

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043164
 (43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.CI.

H01G 4/12
 B28B 1/30
 B28B 3/02
 B28B 11/00
 C04B 35/00
 H01F 17/00
 H01F 41/04
 H01G 4/30

(21)Application number : 2000-221171

(22)Date of filing : 21.07.2000

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

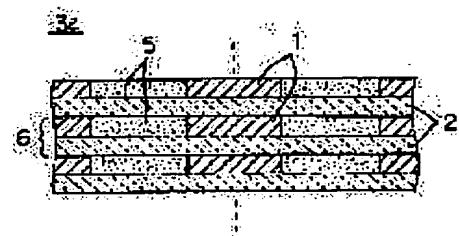
(72)Inventor : MIYAZAKI MAKOTO
 TANAKA SATORU
 KIMURA KOJI
 KATO KOJI
 SUZUKI HIROSHI

(54) LAMINATED CERAMIC ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramic paste, including highly dispersed ceramic powder.

SOLUTION: In order to manufacture the ceramic paste, a first dispersion step of dispersing a first mixture including at least ceramic powder and a first organic solvent, a removing step of selectively removing the first organic solvent, and a second dispersion step of dispersing a second mixture made by adding an organic binder to the first mixture, from which the first organic solvent is removed are performed in sequence. The first mixture and/or the second mixture includes the second organic solvent having a higher boiling point than that of the first organic solvent. This ceramic paste is used with advantage, for example, to form a ceramic green layer 5 for absorbing a step on the main surface of a ceramic green sheet 2, so as to substantially eliminate a step due to the thickness of an internal electrode 1 in a laminated ceramic capacitor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

*** NOTICES ***

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The ceramic green sheet obtained by preparing a ceramic slurry, a conductive paste, and a ceramic paste, respectively, and fabricating said ceramic slurry, The internal-circuitry element film formed by giving said conductive paste selectively so that the level difference by the thickness may be brought about on the principal plane of said ceramic green sheet, Have the ceramic Green layer for level difference absorption formed by giving said ceramic paste to the field in which it is on said principal plane of said ceramic green sheet, and said internal-circuitry element film is not formed so that the level difference by the thickness of said internal-circuitry element film may be lost substantially. By producing two or more composite structures and accumulating said two or more composite structures The process which is the manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts equipped with each process of producing a raw layered product and calcinating said raw layered product, and prepares said ceramic paste Primary distribution processes which carry out distributed processing of the primary mixture which contains ceramic powder and the 1st organic solvent at least, The clearance process which removes said 1st organic solvent from said primary mixture selectively with heating after said primary distribution processes, Secondary distribution processes which carry out distributed processing of the secondary mixture which added the organic binder to said primary mixture from which said 1st organic solvent was removed after said clearance process, The manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts equipped with the process which includes the 2nd organic solvent of a high-boiling point in said primary mixture and/or said secondary mixture from said 1st organic solvent.

[Claim 2] The manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts according to claim 1 that said 2nd organic solvent is added in said secondary distribution processes.

[Claim 3] It is the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts according to claim 2 added after said organic binder has dissolved in said 2nd organic solvent beforehand in said secondary distribution processes.

[Claim 4] Said organic binder which dissolved in said 2nd organic solvent beforehand is the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts according to claim 3 added after being filtered.

[Claim 5] Said primary mixture by which distributed processing is carried out in said primary distribution processes is the manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts according to claim 1 that said 1st organic solvent is removed from said primary mixture, leaving said 2nd organic solvent in said clearance process including said 2nd organic solvent further.

[Claim 6] The difference of the boiling point of said 1st organic solvent and the boiling point of said 2nd organic solvent is the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts according to claim 5 which are 50 degrees C or more.

[Claim 7] The process which prepares said ceramic paste is the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts according to claim 1 to 5 which are after said primary distribution processes and are further equipped with the process which filters said primary mixture before said clearance process.

[Claim 8] Said ceramic slurry is the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts containing said ceramic powder contained in said ceramic paste, and the ceramic powder which has the same presentation substantially according to claim 1 to 7.

[Claim 9] Both the ceramic powder contained in said ceramic slurry and said ceramic paste, respectively is the manufacture approaches of the laminating mold ceramic electronic parts according to claim 1 to 8 which are dielectric ceramic powder.

[Claim 10] It is the manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts according to claim 9 that it is an internal electrode arranged so that electrostatic capacity may be formed while said internal-circuitry element film is mutual, and said laminating mold ceramic electronic parts are stacked type ceramic condensers.

[Claim 11] Both the ceramic powder contained in said ceramic slurry and said ceramic paste, respectively is the manufacture approaches of the laminating mold ceramic electronic parts according to claim 1 to 8 which are magnetic-substance ceramic powder.

[Claim 12] the coil with which said internal-circuitry element film is prolonged in a coiled form -- a conductor - the manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts according to claim 11 that it is the film and said laminating mold ceramic electronic parts are laminating ceramic inductors.

[Claim 13] Laminating mold ceramic electronic parts obtained by the manufacture approach according to claim 1 to 12.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to laminating mold ceramic electronic parts equipped with the ceramic layer for level difference absorption formed with the negative pattern of an internal-circuitry element film pattern, and its manufacture approach, in order to absorb the level difference resulting from the thickness of the internal-circuitry element film especially formed between ceramic layers about laminating mold ceramic electronic parts and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, when it is going to manufacture laminating mold ceramic electronic parts like a stacked type ceramic condenser, two or more ceramic green sheets are prepared, and these ceramic green sheet is accumulated. the conductor for constituting a capacitor, resistance, an inductor, a varistor, a filter, etc. on a specific ceramic green sheet according to the function of the laminating mold ceramic electronic parts which it is going to obtain -- internal-circuitry element film like the film and the resistor film is formed.

[0003] In recent years, a miniaturization and lightweight-ization progress, and in such electronic equipment, when laminating mold ceramic electronic parts are used as a circuit element, as for electronic equipment including mobile communication equipment, a miniaturization and lightweight-ization are strongly required also from such laminating mold ceramic electronic parts. For example, in the case of the stacked type ceramic condenser, the demand of a miniaturization and large-capacity-izing is increasing.

[0004] When it is going to manufacture a stacked type ceramic condenser, typically Mix dielectric ceramic powder, an organic binder, a plasticizer, and an organic solvent, and a ceramic slurry is produced. This ceramic slurry on a base material like polyester film by which coating was carried out with the silicone resin as a remover etc. By fabricating so that a doctor blade method etc. may be applied, for example, it may become the shape of a sheet with a thickness of several micrometers, a ceramic green sheet is produced and, subsequently this ceramic green sheet is dried.

[0005] Next, the internal electrode as internal-circuitry element film is formed on a ceramic green sheet by having two or more patterns which separated spacing mutually on the principal plane of the ceramic green sheet mentioned above, and screen-stencil giving a conductive paste, and drying this. Some ceramic green sheets 2 with which it was distributed over two or more places as mentioned above, and the internal electrode 1 was formed in drawing 7 R> 7 are shown by the top view.

[0006] Next, after the ceramic green sheet 2 exfoliates from a base material and is cut by suitable magnitude, as a part is shown in drawing 6, only predetermined number of sheets is accumulated and the raw layered product 3 is further produced by accumulating only number of sheets predetermined in the ceramic green sheet of this pile which does not form the internal electrode up and down.

[0007] After this raw layered product 3 is pressed in the direction of a laminating, as it is shown in drawing 8, it is cut by the magnitude which should serve as the layered product chip 4 for each stacked type ceramic condenser, and, subsequently a stacked type ceramic condenser is completed by giving a baking process and forming an external electrode eventually, after passing through a debinder process.

[0008] In such a laminating ceramic condenser, in order to satisfy the demand to the miniaturization and large-capacity-izing, it is necessary to attain buildup of the number of laminatings of the ceramic green sheet 2 and an internal electrode 1, and lamination of the ceramic green sheet 2.

[0009] However, between the part in which an internal electrode 1 is located the more as a result of

accumulation of each thickness of an internal electrode 1 the more above multilayering and lamination progress, and the parts which are not so, Or as the difference of the thickness between the part by which the a large number array of the internal electrode 1 is comparatively carried out in the direction of a laminating, and the part which is not so becomes more remarkable, for example, it is shown in drawing 8 , about the appearance of the obtained layered product chip 4, the deformation from which a principal plane serves as convex on the other hand will arise.

[0010] if deformation as show in drawing 8 in the layered product chip 4 have arise , since comparatively big distortion be comparatively bring about in the part in which the internal electrode 1 be locate , or a small number of part in which only the internal electrode 1 be arrange in the direction of a laminating in the case of a press process and the adhesion between the ceramic green sheets 2 be inferior , it be easy to generate structure defects , such as delamination and a minute crack , by the internal stress cause at the time of baking .

[0011] Moreover, deformation of the layered product chip 4 as shown in drawing 8 may cause the result made to transform an internal electrode 1 into un-wanting, and short [poor] may produce it by this.

[0012] Such inconvenience is the cause of reducing the dependability of a stacked type ceramic condenser.

[0013] In order to solve the above problems, for example, as shown in drawing 2 , the ceramic Green layer 5 for level difference absorption is formed in the field in which the internal electrode 1 on the ceramic green sheet 2 is not formed, and losing substantially the level difference by the thickness of the internal electrode 1 on the ceramic green sheet 2 by this ceramic Green layer 5 for level difference absorption is indicated by JP,56-94719,A, JP,3-74820,A, JP,9-106925,A, etc.

[0014] As mentioned above, by forming the ceramic Green layer 5 for level difference absorption Between the part in which an internal electrode 1 is located when raw layered product 3a is produced, as a part is shown in drawing 1 , and the parts which are not so, Or as the difference of the thickness between the part by which the a large number array of the internal electrode 1 is comparatively carried out in the direction of a laminating, and the part which is not so stops arising substantially and it is shown in drawing 3 , in obtained layered product chip 4a, it is hard coming to generate deformation [*** / un-] as shown in drawing 8 .

[0015] consequently, the dependability of the stacked type ceramic condenser which could make hard to produce problems, such as structure defects, such as delamination which was mentioned above, and a minute crack, and short [by deformation of an internal electrode 1 / poor], and was obtained can be raised.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the ceramic Green layer 5 for level difference absorption mentioned above is formed by giving the ceramic paste which has the same presentation as the case of the ceramic green sheet 2, and contains dielectric ceramic powder, an organic binder, a plasticizer, and an organic solvent For example, in order to form the ceramic Green layer 5 for level difference absorption in high degree of accuracy by printing etc. so that it may have thickness comparable as an internal electrode 1 called the thickness of 2 micrometers or less, the dispersibility of the ceramic powder under SERAMMIKU paste should be excelled.

[0017] Although distributed processing with 3 rolls is indicated in order to obtain a ceramic paste by JP,3-74820,A in relation to this, it is difficult to acquire outstanding dispersibility which was mentioned above in distributed processing with such mere 3 rolls.

[0018] In JP,9-106925,A, on the other hand, the ceramic slurry for the ceramic green sheet 2 While producing by mixing dielectric ceramic powder, an organic binder, and the 1st organic solvent of a low-boiling point and using this for shaping of the ceramic green sheet 2 By heating and permuting the 1st organic solvent of a low-boiling point by the 2nd organic solvent of a high-boiling point, after adding the 2nd organic solvent of a high-boiling point and mixing from the boiling point of the 1st above-mentioned organic solvent to this ceramic slurry Producing the ceramic paste for the ceramic Green layer 5 for level difference absorption is indicated.

[0019] Therefore, although the dispersibility of ceramic powder improves to some extent in the ceramic paste obtained as mentioned above since at least 2 times of mixed processes are carried out At these mixed processes, since each is carried out where an organic binder is included, the slurry at the time of mixing or the viscosity of a paste has a limitation in having excelled the dispersibility of ceramic powder with the distributed-processing machine using media like a ball mill highly.

[0020] Thus, the dispersibility which was excellent about the ceramic powder contained there as a ceramic paste used in order to form a very thin ceramic layer called the ceramic Green layer 5 for level difference absorption

which has thickness equivalent to the thickness of an internal electrode 1 is required, and the demand to such outstanding dispersibility becomes so severe that the thickness of an internal electrode 1 becomes thin.

[0021] Moreover, even if it is the case that the dispersibility of the ceramic powder in the ceramic Green layer 5 for level difference absorption is temporarily bad, the badness of dispersibility may be able to be covered to some extent with the ceramic green sheet 2 piled up on it, but if the thickness of the ceramic green sheet 2 becomes thin, the effectiveness which covers dispersibility with such a ceramic green sheet 2 is hardly expectable.

[0022] From the above thing, higher dispersibility is needed about the ceramic powder in the ceramic Green layer 5 for level difference absorption, so that a miniaturization and large-capacity-izing of a stacked type ceramic condenser progress.

[0023] In addition, since the distributed effectiveness of the ceramic powder in a mixed process is raised, it is possible to make viscosity of a ceramic paste low, but if the addition of the organic solvent of the low-boiling point mentioned above is increased in order to make viscosity low in this way, in order to remove the organic solvent of this low-boiling point after distributed processing, another problem of long duration needing is encountered.

[0024] As mentioned above, although explained in relation to the stacked type ceramic condenser, the same problem encounters also in other laminating mold ceramic saying other than a stacked type ceramic condenser (for example, a laminating ceramic inductor) electronic parts.

[0025] Then, the object of this invention is offering the laminating mold ceramic electronic parts obtained by the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts which can solve a problem which was mentioned above, and this manufacture approach.

[0026]

[Means for Solving the Problem] This invention is first turned to the manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts. By this manufacture approach, the following processes are carried out fundamentally.

[0027] First, a ceramic slurry, a conductive paste, and a ceramic paste are prepared, respectively.

[0028] Next, the ceramic green sheet obtained by fabricating a ceramic slurry, The internal-circuitry element film formed by giving a conductive paste selectively so that the level difference by the thickness may be brought about on the principal plane of a ceramic green sheet, Have the ceramic Green layer for level difference absorption formed by giving a ceramic paste to the field in which it is on the principal plane of a ceramic green sheet, and the internal-circuitry element film is not formed so that the level difference by the thickness of the internal-circuitry element film may be lost substantially. Two or more composite structures are produced.

[0029] Next, a raw layered product is produced by accumulating the composite structure of these plurality.

[0030] And a raw layered product is calcinated.

[0031] In the manufacture approach of laminating mold ceramic electronic parts equipped with such a fundamental process, the description is by this invention in the process which prepares the ceramic paste for forming the ceramic Green layer for level difference absorption, i.e., the method of manufacturing a ceramic paste.

[0032] Primary distribution processes which carry out distributed processing of the primary mixture which contains ceramic powder and the 1st organic solvent at least in this invention in order to manufacture a ceramic paste, The clearance process which removes the 1st organic solvent from primary mixture selectively with heating after primary distribution processes, Secondary distribution processes which carry out distributed processing of the secondary mixture which added the organic binder to the primary mixture from which the 1st organic solvent was removed, and the process which includes the 2nd organic solvent of a high-boiling point in primary mixture and/or secondary mixture from the 1st organic solvent are carried out after a clearance process.

[0033] Here, the organic binder should note being added in the phase of secondary distribution processes. Moreover, in this invention, it is characterized by using the 2nd organic solvent of a high-boiling point from the 1st organic solvent and this 1st organic solvent. This 2nd organic solvent may be added in the phase of a secondary [further] distribution process, being added in the phase of primary distribution processes, even if are added in the phase of primary distribution processes, and added in the phase of secondary distribution processes.

[0034] In secondary distribution processes, when the 2nd organic solvent is added, as for an organic binder, it is

desirable to be added in the condition of having dissolved in the 2nd organic solvent beforehand. Moreover, the organic binder which dissolved in the 2nd organic solvent beforehand in this way more preferably is added after being filtered.

[0035] On the other hand, when the primary mixture by which distributed processing is carried out in primary distribution processes contains the 2nd organic solvent further, in a clearance process, the 1st organic solvent is removed from primary mixture, with the 2nd organic solvent left.

[0036] As for the difference of the boiling point of the 1st organic solvent, and the boiling point of the 2nd organic solvent, in an above-mentioned case, it is desirable that it is 50 degrees C or more.

[0037] Moreover, in this invention, the process which prepares a ceramic paste is after primary distribution processes, and it is desirable to have further the process which filters primary mixture before a clearance process.

[0038] As for the ceramic slurry used in order to fabricate a ceramic green sheet, in this invention, it is desirable that the ceramic powder contained in the ceramic paste for forming the ceramic Green layer for level difference absorption and the ceramic powder which has the same presentation substantially are included.

[0039] Moreover, in the specific embodiment of this invention, both the ceramic powder contained in a ceramic slurry and a ceramic paste, respectively is dielectric ceramic powder. In this case, when the internal-circuitry element film is the internal electrode arranged so that electrostatic capacity may be formed while it is mutual, a stacked type ceramic condenser can be manufactured.

[0040] Moreover, in other specific embodiments of this invention, both the ceramic powder contained in a ceramic slurry and a ceramic paste, respectively is magnetic-substance ceramic powder. in this case, the coil with which the internal-circuitry element film is prolonged in a coiled form -- a conductor -- when it is the film, a laminating ceramic inductor can be manufactured.

[0041] This invention is turned also to the laminating mold ceramic electronic parts obtained again by the manufacture approach which was mentioned above.

[0042]

[Embodiment of the Invention] One operation gestalt of this invention is explained about the manufacture approach of a stacked type ceramic condenser. The manufacture approach of the stacked type ceramic condenser by this operation gestalt can be explained referring to drawing 1 thru/or drawing 3 mentioned above.

[0043] In carrying out this operation gestalt, the ceramic paste for the conductive paste for the ceramic slurry for the ceramic green sheet 2 and an internal electrode 1 and the ceramic Green layer 5 for level difference absorption is prepared, respectively.

[0044] An above-mentioned ceramic slurry is produced dielectric ceramic powder, an organic binder, a plasticizer, and by mixing the organic solvent of a low-boiling point comparatively. In order to obtain the ceramic green sheet 2 from this ceramic slurry, for example, coating was carried out with the silicone resin as a remover etc., on a base material (not shown) like polyester film, a ceramic slurry is fabricated by a doctor blade method etc., and, subsequently is dried. Each thickness of the ceramic green sheet 2 is set to several micrometers after desiccation.

[0045] On the principal plane of the above ceramic green sheets 2, it is formed with the thickness of about 1 micrometer [after an internal electrode's 1 drying] so that it may be distributed over two or more places. An internal electrode 1 gives a conductive paste by screen-stencil etc., and is formed by drying this. This internal electrode 1 has predetermined thickness, respectively, therefore the level difference by this thickness is brought about on the ceramic green sheet 2.

[0046] Next, it is on the principal plane of the ceramic green sheet 2, and the ceramic Green layer 5 for level difference absorption is formed in the field in which the internal electrode 1 is not formed so that the level difference by the thickness of the internal electrode 1 mentioned above may be lost substantially. The ceramic Green layer 5 for level difference absorption has the negative pattern of an internal electrode 1, is formed by giving the ceramic paste which mentioned above by screen-stencil etc., and, subsequently is dried. The ceramic paste used here serves as the description in this invention, and is later mentioned about that detail.

[0047] After forming the ceramic Green layer 5 for level difference absorption in reverse, you may make it form an internal electrode 1, although the ceramic Green layer 5 for level difference absorption was formed in the explanation mentioned above after forming an internal electrode 1.

[0048] As mentioned above, the composite structure 6 with which the internal electrode 1 and the ceramic

Green layer 5 for level difference absorption were formed on the ceramic green sheet 2 as shown in drawing 2. Two or more preparation is carried out, and after these composite structures 6 exfoliate from a base material, they are cut by suitable magnitude. Raw layered product 3a as shows a part to drawing 1 is produced by accumulating only predetermined number of sheets and accumulating further the ceramic green sheet with which the internal electrode and the ceramic Green layer for level difference absorption are not formed up and down.

[0049] After this raw layered product 3a is pressed in the direction of a laminating, as it is shown in drawing 3, it is cut by the magnitude which should be set to layered product chip 4a for each stacked type ceramic condenser, and, subsequently a multilayer capacitor is completed by giving a baking process and forming an external electrode eventually, after passing through a debinder process.

[0050] As mentioned above, by forming the ceramic Green layer 5 for level difference absorption Between the part in which an internal electrode 1 is located in raw layered product 3a as a part is shown in drawing 1, and the parts which are not so, Or as the difference of the thickness between the part by which the a large number array of the internal electrode 1 is comparatively carried out in the direction of a laminating, and the part which is not so stops arising substantially and it is shown in drawing 3, in layered product chip 4a, it is hard coming to generate deformation [**** / un-]. consequently, the problem of a structure defect and short [poor], such as delamination and a minute crack, can be made hard to produce in the obtained stacked type ceramic condenser.

[0051] In this invention, the description is in the approach of manufacturing the ceramic paste for forming the ceramic Green layer 5 for level difference absorption, and the dispersibility of the ceramic powder contained in a ceramic paste can be raised by adopting this characteristic manufacture approach.

[0052] That is, in this invention, in order to manufacture a ceramic paste, primary distribution processes which carry out distributed processing of the primary mixture which contains ceramic powder and the 1st organic solvent at least, and the clearance process which removes the 1st organic solvent from primary mixture selectively with heating after this primary distribution process are carried out first.

[0053] Thus, since the organic binder is not yet added at primary distribution processes, it is easy to make distributed processing under hypoviscosity possible, therefore to raise the dispersibility of ceramic powder. At this primary distribution process, while the air which is sticking to the front face of ceramic powder can consider as the condition of the 1st organic solvent having permuted and having fully wet ceramic powder by the 1st organic solvent, the state of aggregation of ceramic powder can fully be cracked.

[0054] Next, secondary distribution processes which carry out distributed processing of the secondary mixture which added the organic binder to the primary mixture from which the 1st organic solvent was removed are carried out after an above-mentioned clearance process. Moreover, in order to manufacture a ceramic paste, the 2nd organic solvent of a high-boiling point is also used from the 1st organic solvent in addition to the 1st above-mentioned organic solvent. The additional charge of this 2nd organic solvent may be carried out also in the phase of secondary distribution processes, being added in the phase of primary distribution processes, even if are added in the phase of primary distribution processes, and added in the phase of secondary distribution processes.

[0055] Anyway, by containing the 2nd organic solvent in secondary mixture, and carrying out distributed processing in this condition in secondary distribution processes Also in the phase of secondary distribution processes, while it is possible to make viscosity of secondary mixture comparatively low, therefore being able to maintain distributed effectiveness comparatively highly, the solubility of the organic binder added in the phase of secondary distribution processes which were mentioned above can be raised. Therefore, maintaining the high dispersibility of the ceramic powder obtained at primary distribution processes as mentioned above, enough and homogeneity can be made to mix an organic binder, and the further grinding effectiveness of ceramic powder can also be expected.

[0056] As an organic solvent, the ceramic paste obtained as mentioned above contains only the 2nd organic solvent substantially, even if the 1st organic solvent may remain slightly. The 2nd organic solvent makes it possible to be able to hold down the rate of drying of a ceramic paste to below a predetermined value, for example, to apply screen-stencil satisfactory from the 1st organic solvent, since it is a high-boiling point.

[0057] At primary distribution processes and secondary distribution processes which are carried out in this invention, distributed processing can be carried out with the application of the usual distributed-processing machine which uses media like a ball mill, for example.

[0058] What is necessary is for there to be various things and just to choose, respectively what is used as the thing and the 2nd organic solvent which are used as the 1st organic solvent in consideration of the boiling point of such an organic solvent in this invention, as an organic solvent used as the 1st organic solvent or 2nd organic solvent.

[0059] As an example of such an organic solvent, a methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, Hydrocarbons, such as ketones, such as an acetone, toluene, benzene, a xylene, and normal hexane Alcohols, such as a methanol, ethanol, isopropanol, a butanol, and amyl alcohol, Ester, such as ethyl acetate, butyl acetate, and isobutyl acetate, diisopropyl keton, Ethyl Cellosolve, butyl Cellosolve, Cellosolve acetate, methyl Cellosolve acetate, Butyl carbitol, a cyclohexanol, pine oil, a dihydroterpineol, Chlorinated hydrocarbons, such as ketones, such as an isophorone, a terpineol, the SHIPRO pyrene glycol, and dimethyl phthalate, ester, hydrocarbons, alcohols, and a methylene chloride, and such mixture are mentioned.

[0060] Although mentioned as an example of the organic solvent mentioned above, if each boiling point is shown in a parenthesis about some A methyl ethyl ketone (79.6 degrees C), methyl isobutyl ketone (118.0 degrees C), An acetone (56.1 degrees C), toluene (111.0 degrees C), benzene (79.6 degrees C), A methanol (64.5 degrees C), ethanol (78.5 degrees C), isopropanol (82.5 degrees C), Ethyl acetate (77.1 degrees C), isobutyl acetate (118.3 degrees C), diisopropyl keton (143.5 degrees C), Methyl Cellosolve acetate (143 degrees C), Cellosolve acetate (156.2 degrees C), Butyl Cellosolve (170.6 degrees C), a cyclohexanol (160 degrees C), Although it becomes pine oil (195-225 degrees C), a dihydroterpineol (210 degrees C), an isophorone (215.2 degrees C), a terpineol (219.0 degrees C), the SHIPRO pyrene glycol (231.8 degrees C), and dimethyl phthalate (282.4 degrees C) What is necessary is just to choose the 1st and 2nd organic solvents based on such the boiling point, respectively.

[0061] When the 2nd organic solvent of a high-boiling point is added in the phase of primary distribution processes with the 1st organic solvent, as for the difference of the boiling point of the 1st organic solvent, and the boiling point of the 2nd organic solvent, it is desirable that it is 50 degrees C or more. In a clearance process, it is for making easier alternative clearance of only the 1st organic solvent by heat-treatment.

[0062] When screen-stencil nature is taken into consideration about the 2nd organic solvent of the high-boiling point mentioned above, it is desirable to have the boiling point 150 degrees C or more, and it is more desirable to have the boiling point which is about 200-250 degrees C. When it is easy to dry a ceramic paste, therefore it is easy to produce the blinding of the mesh of a printing pattern at less than 150 degrees C and it exceeds another side and 250 degrees C, it is for being hard to dry a printing paint film, therefore carrying out a long duration important point to desiccation.

[0063] As an organic binder used in a ceramic paste, what is dissolved in an organic solvent at a room temperature is good. As such an organic binder, there are denaturation celluloses, such as polyacetals, such as a polyvinyl butyral and poly butyl butyral, Pori (meta) acrylic ester, and ethyl cellulose, alkyd, vinylidenes, polyethers, epoxy resins, urethane resin, polyamide resin, polyimide resin, polyamidoimide resin, polyester resin, Pori Sall John resin, liquid crystal polymers, poly imidazole resin, and poly oxazoline resin, for example.

[0064] The polyvinyl butyral illustrated above as an organic binder is obtained by the condensation of polyvinyl alcohol and a butyraldehyde, an acetyl group is less than [6 mol %], and a butyral radical has % of a 62-82-mol low polymerization article, an inside polymerization article, and a high polymerization article. As for the polyvinyl butyral used as an organic binder in the ceramic paste concerning this invention, it is desirable that it is a polymerization article while the balance of the tough nature of the dissolution viscosity and the dry paint film to an organic solvent to a butyral radical is about 65 mol %.

[0065] The addition of an organic binder is preferably chosen to 3 - 10% of the weight one to 20% of the weight to ceramic powder.

[0066] As for primary mixture, in primary distribution processes mentioned above, it is desirable that an organic dispersant is included. That is, in primary mixture, in the condition of having diluted with the 1st organic solvent or 1st and 2nd organic solvents, if an organic dispersant is added, the dispersibility of ceramic powder will improve more.

[0067] Especially as an above-mentioned organic dispersant, although not limited, as for molecular weight, from the point of dispersibility, it is desirable that it is 10,000 or less. an anion system, a cation system, and the Nonion system -- although any are sufficient, polyacrylic acid, its ammonium salt, a polyacrylic ester copolymer, polyethylene oxide, polyoxyethylene alkyl amyl ether, fatty-acid JIETANORUAMAIDO,

polyethyleneimine, the polyoxypropylene monoallyl monobutyl ether, the copolymer of a maleic anhydride (and styrene), etc. are desirable.

[0068] The addition of an organic dispersant is preferably chosen to 0.5 - 2.0% of the weight 0.1 to 5% of the weight to ceramic powder.

[0069] Moreover, it is after primary distribution processes and it is desirable that the process which filters primary mixture with a filter before a clearance process is carried out further. By this, the foreign matter which may be mixed during a ceramic paste, the aggregate of ceramic powder, etc. can be removed, and a ceramic paste with more high dispersibility can be obtained certainly. Moreover, the effectiveness of decreasing a pinhole in the ceramic layer brought about after baking of the ceramic Green layer 5 for level difference absorption which consists of a ceramic paste is also expectable by air of the diameter of minute which has adhered to ceramic powder carrying out foam breaking by filtration, or being removed.

[0070] Moreover, it is desirable by dissolving an organic binder in the 2nd organic solvent beforehand to produce an organic vehicle, to add this organic vehicle, and to obtain secondary mixture. The non-melt of the organic binder which can be mixed in secondary mixture by this can be lessened. In this case, if this is added after filtering an organic vehicle with a filter in order to obtain secondary mixture, the non-melt of an organic binder can be lessened further.

[0071] moreover, the two above voice -- filtration [like] -- each and two or more times -- you may repeat -- moreover, two voice -- filtration [like] may be combined. Thus, the effectiveness by filtration can be further heightened by repeating filtration two or more times, or combining filtration of two modes.

[0072] In the filtration process mentioned above, in order to use the filter which consists of plastics, such as a filter which consists of stainless steel or polypropylene, and fluororesin, and to raise filtration velocity, it may extrude compulsorily by compressed gas, such as air and nitrogen gas, or the approach which has attracted enough and is carried out under reduced pressure may be adopted.

[0073] Moreover, as for the ceramic powder contained in a ceramic paste, it is desirable that they are the ceramic powder contained in the ceramic slurry used in order to fabricate the ceramic green sheet 2, and the thing which has the same presentation substantially. It is for making a degree of sintering in agreement between the ceramic Green layer 5 for level difference absorption, and the ceramic green sheet 2.

[0074] In addition, I hear that it is the same that a principal component has the same presentation substantially [a ****], and it is. For example, even if accessory constituents, such as a minute amount addition metallic oxide and glass, differ, it can be said that it has the same presentation substantially. Moreover, the ceramic powder contained in the ceramic paste for the ceramic Green layer 5 for level difference absorption if the ceramic powder contained in the ceramic green sheet 2 is the thing of the range which satisfies X7R property specified by the B weighting specified by JIS about the temperature characteristic of electrostatic capacity and EIA standard also has a the same principal component, and the accessory constituent may be different as long as it satisfies B weighting and X7R property.

[0075] Drawing 4 is the perspective view disassembling and showing the element which constitutes the raw layered product 13 prepared in order to obtain the layered product chip 12 with which the laminating ceramic inductor 11 which is for explaining the manufacture approach of the laminating ceramic inductor as other operation gestalten of this invention, and showed the appearance to drawing 5 with the perspective view, and which was manufactured by this manufacture approach is equipped.

[0076] It has 18 and 19 and the raw layered product 13 is obtained two or more ceramic green sheets 14, 15, 16, and 17, --, by carrying out the laminating of these ceramic green sheets 14-19.

[0077] The ceramic green sheets 14-19 fabricate the ceramic slurry containing magnetic-substance ceramic powder with a doctor blade method etc., and are obtained by drying. Each thickness of the ceramic green sheets 14-19 is set to 10-30 micrometers after desiccation.

[0078] the coil prolonged in a coiled form so that it may explain to the ceramic green sheets 15-18 located in the medium among the ceramic green sheets 14-19 in a detail below -- a conductor -- the film and the ceramic Green layer for level difference absorption are formed.

[0079] first -- the ceramic green sheet 15 top -- a coil -- a conductor -- the film 20 is formed. a coil -- a conductor -- the film 20 is formed so that the 1st edge may reach even the edge of the ceramic green sheet 15. a coil -- a conductor -- the 2nd edge of the film 20 -- a beer hall -- a conductor 21 is formed.

[0080] such a coil -- a conductor -- the film 20 and a beer hall -- the ceramic green sheet 15 in order to form a

conductor 21 -- a beer hall -- the coil after forming the breakthrough for a conductor 21 by approaches, such as laser or punching, -- a conductor -- the film 20 and a beer hall -- screen-stencil etc. gives the conductive paste used as a conductor 21, and drying is performed.

[0081] moreover, the coil mentioned above -- a conductor -- the level difference by the thickness of the film 20 is lost substantially -- as -- the principal plane top of the ceramic green sheet 15 -- it is -- a coil -- a conductor -- the ceramic Green layer 22 for level difference absorption is formed in the field in which the film 20 is not formed. The ceramic Green layer 22 for level difference absorption gives the ceramic paste containing the magnetic-substance ceramic powder which was mentioned above and which serves as the description in this invention by screen-stencil etc., and is formed by drying.

[0082] next, the approach mentioned above on the ceramic green sheet 16 and the same approach -- a coil -- a conductor -- the film 23 and a beer hall -- a conductor 24 and the ceramic Green layer 25 for level difference absorption are formed. a coil -- a conductor -- the beer hall which mentioned the 1st edge of the film 23 above -- a conductor 21 -- minding -- a coil -- a conductor -- it connects with the 2nd edge of the film 20. a beer hall -- a conductor 24 -- a coil -- a conductor -- it is formed in the 2nd edge of the film 23.

[0083] next -- the ceramic green sheet 17 top -- the same -- a coil -- a conductor -- the film 26 and a beer hall -- a conductor 27 and the ceramic Green layer 28 for level difference absorption are formed. a coil -- a conductor -- the beer hall which mentioned the 1st edge of the film 26 above -- a conductor 24 -- minding -- a coil -- a conductor -- it connects with the 2nd edge of the film 23. a beer hall -- a conductor 27 -- a coil -- a conductor -- it is formed in the 2nd edge of the film 26.

[0084] The laminating of the ceramic green sheets 16 and 17 mentioned above is repeated two or more times if needed.

[0085] next -- the ceramic green sheet 18 top -- a coil -- a conductor -- the film 29 and the ceramic Green layer 30 for level difference absorption are formed. a coil -- a conductor -- the beer hall which mentioned the 1st edge of the film 29 above -- a conductor 27 -- minding -- a coil -- a conductor -- it connects with the 2nd edge of the film 26. a coil -- a conductor -- the film 29 is formed so that the 2nd edge may reach even the edge of the ceramic green sheet 18.

[0086] in addition, the coil mentioned above -- a conductor -- each thickness of film 20, 23, 26, and 29 is set to about 30 micrometers after desiccation.

[0087] two or more coils prolonged in an each coiled form in the raw layered product 13 obtained by carrying out the laminating of two or more composite structures which contain such ceramic green sheets 14-19, respectively -- a conductor -- film 20, 23, 26, and 29 -- a beer hall -- sequential connection is made through conductors 21, 24, and 27 -- as a whole -- the coil of two or more turns -- a conductor is formed.

[0088] By calcinating the raw layered product 13, the layered product chip 12 for the laminating ceramic inductor 11 shown in drawing 5 is obtained. In addition, although the raw layered product 13 is illustrated as a thing for obtaining one layered product chip 12 by drawing 4, it is produced as a thing for obtaining two or more layered product chips, and you may make it take out two or more layered product chips by cutting this.

[0089] subsequently, the coil mentioned above in each edge as for which the layered product chip 12 carries out phase opposite as shown in drawing 5 -- a conductor -- the 1st edge of the film 20, and a coil -- a conductor -- the external electrodes 30 and 31 are formed and the laminating ceramic inductor 11 is completed by it so that it may connect with the 2nd edge of the film 29, respectively.

[0090] In the laminating ceramic inductor 11 explained with reference to the stacked type ceramic condenser explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 or drawing 4, and drawing 5 As ceramic powder contained in the ceramic green sheet 2, 14-19, the ceramic Green layer 5 for level difference absorption, or 22, 25, 28 and 30 Typically, non-oxide system ceramic powder, such as oxide system ceramic powder, such as an alumina, a zirconia, a magnesia, titanium oxide, barium titanate, titanic-acid lead zirconate, and ferrite-manganese, silicon carbide, silicon nitride, and sialon, is mentioned. As a powder particle size, an average of 5 micrometers or less of things of a 1-micrometer globular form or the letter of grinding are used more preferably.

[0091] Moreover, when the content of the alkali-metal oxide contained as an impurity uses 0.1 or less % of the weight of barium titanate as ceramic powder, the following metallic oxides and a glass component may be made to contain as a minor constituent to this ceramic powder.

[0092] As a metallic oxide, there is an oxidization terbium, an oxidization dysprosium, an oxidization holmium,

an oxidization erbium, an oxidization ytterbium, manganese oxide, cobalt oxide, nickel oxide, or a magnesium oxide.

[0093] As a glass component, moreover, Li₂-(SiTi)O₂-MO (-- however, MO -- aluminum 2O₃ or ZrO₂) -- SiO₂-TiO₂-MO (-- however, MO -- BaO, CaO, SrO, MgO, ZnO, or MnO) -- Li₂O-B₂O₃-(SiTi)O_{2+MO} (however, MO aluminum 2O₃ or ZrO₂), B-2 O₃-aluminum2 O₃-MO (however, MO BaO, CaO, SrO, or MgO), or SiO₂ etc. -- it is.

[0094] moreover, the laminating ceramic inductor 11 explained with reference to the stacked type ceramic condenser explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 or drawing 4, and drawing 5 -- setting -- an internal electrode 1 or a coil -- a conductor -- film 20, 23, 26, and 29 and a beer hall -- as a conductive paste for conductors 21 and 24 and formation of 27 used, the following can be used, for example.

[0095] As a conductive paste used in a stacked type ceramic condenser 0.02 micrometers - 3 micrometers of mean particle diameter are 0.05-0.5 micrometers preferably. Conductive powder, nickel metal powder, or copper metal powder etc. with which Ag/Pd consists of 60 % of the weight / 40 % of the weight - 10 % of the weight / 90% of the weight of an alloy is included. This powder The 100 weight sections, An organic binder 2 - 20 weight section (preferably 5 - 10 weight section) and Ag as a sintering inhibitor, Metal resinate, such as Au, Pt, Ti, Si, nickel, or Cu, by metal conversion The about 0.1 to 3 weight section (preferably 0.5 - 1 weight section), After kneading the about 35 weight section for an organic solvent with 3 rolls, the conductive paste obtained by adding the same or another organic solvent further, and performing viscosity control can be used.

[0096] As a conductive paste used in the laminating ceramic inductor 11 This powder receives the 100 weight sections including the conductive powder with which Ag/Pd consists of 80 % of the weight / 20 % of the weight - 100 % of the weight / 0% of the weight of an alloy, or Ag. After kneading the same organic binder as a case, sintering inhibitor, and organic solvent of the conductive paste for the stacked type ceramic condenser mentioned above with 3 rolls by the same ratio, The conductive paste obtained by adding the same or another organic solvent further, and performing viscosity control can be used.

[0097] Below, this invention is more concretely explained based on the example of an experiment.

[0098]

[The example 1 of an experiment] The example 1 of an experiment is carried out in order to check the effectiveness by having adopted primary distribution processes and secondary distribution processes as a description of this invention about a stacked type ceramic condenser in manufacture of the ceramic paste for the ceramic Green layer for level difference absorption.

[0099] (Preparation of ceramic powder) Dehydration desiccation was carried out after carrying out weighing capacity of a barium carbonate (BaCO₃) and the titanium oxide (TiO₂) first so that it may become the mole ratio of 1:1, and carrying out wet blending using a ball mill. Subsequently, after carrying out temporary quenching at the temperature of 1000 degrees C for 2 hours, dielectric ceramic powder was obtained by grinding.

[0100] The ceramic powder 100 weight section prepared previously, (Preparation of a ceramic slurry, and production of a ceramic green sheet) An inside degree of polymerization and the polyvinyl-butylal 7 weight section of whenever [high butylal-ized], As a plasticizer the DOP(diethyl phthalate) 3 weight section, the methyl-ethyl-ketone 30 weight section, the ethanol 20 weight section, and the toluene 20 weight section with the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm It supplied to the ball mill, wet blending was performed for 20 hours, and the dielectric ceramic slurry was obtained.

[0101] And to this dielectric ceramic slurry, the doctor blade method was applied and the dielectric ceramic green sheet with a thickness of 3 micrometers (the thickness after baking is 2 micrometers) was fabricated. Desiccation is 80 degrees C and was performed for 5 minutes.

[0102] (Preparation of a conductive paste) After kneading the metal powder 100 weight section of Ag/Pd=30/70, the ethyl cellulose 4 weight section, the alkyd-resin 2 weight section, the Ag metal resinate 3 weight section (17.5 weight sections as Ag), and the butyl carbitol acetate 35 weight section with 3 rolls, the terpineol 35 weight section was added and viscosity control was performed.

[0103] (Preparation of the ceramic paste for the ceramic Green layer for level difference absorption)

- Sample 1 (example) - The dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone (79.6 degrees C of boiling points) 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0104] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone as a solvent was removed.

[0105] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the dielectric ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added the terpineol (219.0 degrees C of boiling points) 40 weight section, and the ethyl cellulose resin 5 weight section, and was obtained with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0106] - Sample 2 (example) - The dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, the polyacrylic acid quarternary-ammonium-salt dispersant (weight average molecular weight 1000) 0.5 weight section as an organic dispersant, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0107] Henceforth, the dielectric ceramic paste was obtained through the same actuation as a sample 1.

[0108] - Sample 3 (example) - The dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0109] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone was removed.

[0110] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the dielectric ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added, the resin solution, i.e., the organic vehicle, made to dissolve the ethyl cellulose resin 5 weight section in the terpineol 40 weight section beforehand, and was obtained by the planetary mixer with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0111] - Sample 4 (example) - The dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0112] Next, this mixture was absolutely filtered under application of pressure with the filter of 20 micrometers of filtration (a formed element 10 micrometers or more is removable by 99.7% of probability.).

[0113] Next, it moves to the container made from stainless steel, and the mixture after this filtration was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone was removed.

[0114] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the dielectric ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added the terpineol 40 weight section and the ethyl cellulose resin 5 weight section, and was obtained with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0115] - Sample 5 (example) - The dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0116] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment, the methyl ethyl ketone was removed and the dried fine particles were obtained.

[0117] On the other hand, the resin solution made to dissolve the ethyl cellulose resin 5 weight section in the terpineol 40 weight section beforehand with a planetary mixer was absolutely filtered with the filter of 20 micrometers of filtration, and the organic vehicle was obtained.

[0118] Next, the dielectric ceramic paste was obtained by mixing front desiccation fine particles and this front organic vehicle, and kneading this mixture with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0119] - Sample 6 (example) - The dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, the terpineol 10 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0120] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone was removed.

[0121] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the dielectric ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added the terpineol 30 weight section and the ethyl cellulose resin 5 weight section, and was obtained with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol about 10 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0122] - Sample 7 (example of a comparison) - After mixing the dielectric ceramic powder 100 weight section prepared previously, the terpineol 40 weight section, and the ethyl cellulose resin 5 weight section with an automatic mortar, it kneaded well with 3 rolls and the dielectric ceramic paste was obtained.

[0123] (Production of a stacked type ceramic condenser) In order to form an internal electrode on the principal plane of the dielectric ceramic green sheet prepared previously, the conductive paste was screen-stenciled and it dried for 10 minutes at 80 degrees C. In addition, the dimension, configuration, and location of an internal electrode were set up so that the layered product chip obtained at a next process might be suited. Next, in order to form the dielectric ceramic Green layer for level difference absorption on the principal plane of a dielectric ceramic green sheet, each dielectric ceramic paste concerning a sample 1 thru/or 7 was screen-stenciled, and it dried for 10 minutes at 80 degrees C. It was made for each thickness of an internal electrode and the dielectric ceramic Green layer for level difference absorption to be set to 1 micrometer (for the thickness after baking to be 0.5 micrometers) after desiccation.

[0124] Next, it puts so that the dielectric ceramic green sheet of 200 sheets which forms the internal electrode and the dielectric ceramic Green layer for level difference absorption as mentioned above may be put with the dielectric ceramic green sheet of several ten sheets with which it is not given to the internal electrode etc., and a raw layered product is produced, and it is this layered product 1000kg/cm² at 80 degrees C 2 The heat press was carried out on application-of-pressure conditions.

[0125] Next, two or more layered product chips were obtained by cutting an above-mentioned raw layered product with a cutting cutting edge so that it might become a dimension with a die-length [of 3.2mm] x width-of-face [of 1.6mm] x thickness of 1.6mm after baking.

[0126] Next, two or more above-mentioned layered product chips were aligned on the setter for baking to whom the low volume spray of the zirconia powder was carried out, temperature up was carried out over 24 hours from a room temperature to 250 degrees C, and the organic binder was removed. Next, the layered product chip was thrown into the firing furnace, and it calcinated by the profile of about 20 hours at a maximum of 1300 degrees C.

[0127] Next, after throwing the obtained sintered compact chip into a barrel and giving end-face polish, the external electrode was prepared in the both ends of a sintered compact, and the stacked type ceramic condenser used as a sample was completed.

[0128] (Assessment of a property) Various properties were evaluated about the dielectric ceramic paste and stacked type ceramic condenser concerning the sample 1 mentioned above thru/or 7. The result is shown in a table 1.

[0129]

[A table 1]

試料番号	実施例						比較例
	1	2	3	4	5	6	
固形分(重量%)	66	67	66	67	68	68	67
粘度(Pa·s)	10	12	10	14	10	9	12
分散度	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	0.3
印刷厚み(μm)	3	2	3	2	3	3	5
R _a (μm)	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	1.5
構造欠陥不良率(%)	1.5	1	1.3	1	1	1.0	80

[0130] Characterization in a table 1 was performed as follows.

[0131] "Solid content": Ceramic paste about 1g was weighed precisely and it computed in heat convection type oven from the weight after leaving it at 150 degrees C for 3 hours.

[0132] "Viscosity": The revolution of 2.5rpm was given and measured [in / for the viscosity of a ceramic

paste / 20 degrees C] using the Tokyo Keiki E mold viscometer.

[0133] "Degree of dispersion": The particle size distribution of ceramic powder were measured using the optical diffraction type particle-size-distribution measuring device, and were computed from the acquired particle size distribution. That is, the ceramic powder prepared previously was underwater distributed using the ultrasonic homogenizer, the supersonic wave was impressed till the place where a grain size does not become small any more, the grain size of D90 at that time was recorded, and this was made into the marginal grain size. On the other hand, the ceramic paste was diluted in ethanol, the grain size of D90 of particle size distribution was recorded, and this was made into the grain size of a paste. And degree of dispersion = (the grain size / marginal grain size of a paste) degree of dispersion was computed based on the formula of -1. This degree of dispersion shows that dispersibility is so good that a value is close to 0 if a numeric value is +, and shows that dispersibility is so good that an absolute value is large if a numeric value is -.

[0134] using the screen made from stainless steel with a thickness of 50 micrometers by 400 meshes on a "printing thickness":96% alumina substrate, printing by the emulsion thickness of 20 micrometers, and drying for 10 minutes at 80 degrees C -- the printing paint film for assessment -- forming -- the thickness -- a ratio -- it asked from the measurement result by the laser surface roughness meter of a contact process.

[0135] "Ra(surface roughness)": -- the value which formed the same printing paint film for assessment as the case of the above "printing thickness", and equalized the absolute value of the deflection of the center line and roughness curve which equalized the surface roughness Ra, i.e., a wave, -- a ratio -- it asked from the measurement result by the laser surface roughness meter of a contact process.

[0136] "Structure defective percent defective": When abnormalities were seen by the visual inspection of the sintered compact chip for the obtained stacked type ceramic condenser, and inspection by the ultrasonic microscope, the internal structure defect was checked by polish and (number of sintered compact chips with structure defect)/(total of a sintered compact chip) was made into the structure defective percent defective.

[0137] If a table 1 is referred to, according to the samples 1-6 concerning the example of this invention which adopted primary distribution processes and secondary distribution processes, and added the organic binder in secondary distribution processes It turns out that the result of could acquire the outstanding dispersibility compared with the sample 7 as an example of a comparison which did not perform such a thing, and having excelled also in each item of printing thickness, surface roughness, and a structure defective percent defective is shown.

[0138]

[The example 2 of an experiment] The example 2 of an experiment is carried out in order to check the effectiveness by having adopted primary distribution processes and secondary distribution processes as a description of this invention about a laminating ceramic inductor in manufacture of the ceramic paste for the ceramic Green layer for level difference absorption.

[0139] (Preparation of ceramic powder) Dehydration desiccation was carried out after ferric oxide carried out weighing capacity so that 49.0-mol % and a zinc oxide may become [14.0 mol % and oxidization copper] and nickel oxide may become 8.0-mol % 29.0-mol%, and it carried out wet blending using a ball mill.

Subsequently, after carrying out temporary quenching at 750 degrees C for 1 hour, magnetic-substance ceramic powder was obtained by grinding.

[0140] The magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, (Preparation of a ceramic slurry, and production of a ceramic green sheet) The solvent which consists of the dispersant 0.5 weight section which consists of a maleic-acid copolymer, and the methyl-ethyl-ketone 30 weight section and the toluene 20 weight section with the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm The inside degree of polymerization as an organic binder and the polyvinyl-butylal 7 weight section of whenever [high butylal-ized] after supplying to a ball mill and stirring for 4 hours, The DOP3 weight section and the ethanol 20 weight section were added as a plasticizer, wet blending was performed for 20 hours, and the magnetic-substance ceramic slurry was obtained.

[0141] And to this magnetic-substance ceramic slurry, the doctor blade method was applied and the magnetic-substance ceramic green sheet with a thickness of 20 micrometers (the thickness after baking is 15 micrometers) was fabricated. Desiccation is 80 degrees C and was performed for 5 minutes.

[0142] (Preparation of a conductive paste) After kneading the metal powder 100 weight section of Ag/Pd=80/20, the ethyl cellulose 4 weight section, the alkyd-resin 2 weight section, and the butyl carbitol

acetate 35 weight section with 3 rolls, the terpineol 35 weight section was added and viscosity control was performed.

[0143] (Preparation of the ceramic paste for the ceramic Green layer for level difference absorption)

- Sample 8 (example) - The magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0144] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone as a solvent was removed.

[0145] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the magnetic-substance ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added the terpineol 40 weight section and the ethyl cellulose resin 5 weight section, and was obtained with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0146] - Sample 9 (example) - The magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, the polyacrylic acid quarternary-ammonium-salt dispersant (weight average molecular weight 1000) 0.5 weight section as an organic dispersant, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0147] Henceforth, the magnetic-substance ceramic paste was obtained through the same actuation as a sample 1.

[0148] - Sample 10 (example) - The magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0149] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone was removed.

[0150] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the magnetic-substance ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added, the resin solution, i.e., the organic vehicle, made to dissolve the ethyl cellulose resin 5 weight section in the terpineol 40 weight section beforehand, and was obtained by the planetary mixer with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0151] - Sample 11 (example) - The magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0152] Next, this mixture was absolutely filtered under application of pressure with the filter of 20 micrometers of filtration.

[0153] Next, it moves to the container made from stainless steel, and the mixture after this filtration was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment and the methyl ethyl ketone was removed.

[0154] After removing a methyl ethyl ketone thoroughly, the magnetic-substance ceramic paste was obtained by kneading the mixture which added the terpineol 40 weight section and the ethyl cellulose resin 5 weight section, and was obtained with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0155] - Sample 12 (example) - The magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, the methyl-ethyl-ketone 70 weight section, and the ball 600 weight section made from a zirconia with a diameter of 1mm were supplied to the ball mill, and wet blending was performed for 16 hours.

[0156] Next, it moves to the container made from stainless steel, and this mixture was left one whole day and night, and was made to sediment. And after removing a supernatant, the convection oven was made to put in and dry sediment, the methyl ethyl ketone was removed and the dried fine particles were obtained.

[0157] On the other hand, the resin solution made to dissolve the ethyl cellulose resin 5 weight section in the terpineol 40 weight section beforehand with a planetary mixer was absolutely filtered with the filter of 20 micrometers of filtration, and the organic vehicle was obtained.

[0158] Next, the magnetic-substance ceramic paste was obtained by mixing front desiccation fine particles and this front organic vehicle, and kneading this mixture with 3 rolls. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0159] - Sample 13 (example of a comparison) - After mixing the magnetic-substance ceramic powder 100 weight section prepared previously, the terpineol 40 weight section, and the ethyl cellulose resin 5 weight section with an automatic mortar, it kneaded well with 3 rolls and the magnetic-substance ceramic paste was obtained.

[0160] (Production of a laminating ceramic inductor) the coil prolonged behind the laminating of two or more magnetic-substance ceramic green sheets at a coiled form -- the position of the magnetic-substance ceramic green sheet previously prepared so that a conductor could be formed -- a beer hall -- while forming the breakthrough for a conductor -- the principal plane top of a magnetic-substance ceramic green sheet -- a coil -- a conductor -- the inside of the film and a breakthrough -- a beer hall -- in order to form a conductor, the conductive paste was screen-stenciled and it dried for 10 minutes at 80 degrees C. Next, in order to form the magnetic-substance ceramic Green layer for level difference absorption on a magnetic-substance ceramic green sheet, each magnetic-substance ceramic paste concerning a sample 8 thru/or 13 was screen-stenciled, and it dried for 10 minutes at 80 degrees C. a coil -- a conductor -- it was made for each thickness of the film and the magnetic-substance ceramic Green layer for level difference absorption to be set to 30 micrometers (for the thickness after baking to be 20 micrometers) after desiccation

[0161] next -- above -- a coil -- a conductor -- the film and a beer hall -- the magnetic-substance ceramic green sheet of 11 sheets which forms the conductor and the ceramic Green layer for level difference absorption -- a coil -- while piling up so that a conductor may be formed -- the -- up and down -- a coil -- a conductor -- the magnetic-substance ceramic green sheet which does not form the film etc. -- a raw layered product in piles -- producing -- this layered product -- 80 degrees C -- 1000kg/cm² The heat press was carried out under application of pressure.

[0162] Next, two or more layered product chips were obtained by cutting an above-mentioned raw layered product with a cutting cutting edge so that it might become a dimension with a die-length [of 3.2mm] x width-of-face [of 1.6mm] x thickness of 1.6mm after baking.

[0163] Next, after removing an organic binder by heating an above-mentioned layered product chip at 400 degrees C for 2 hours, baking for 90 minutes was performed at 920 degrees C.

[0164] Next, after throwing the obtained sintered compact chip into a barrel and giving end-face polish, the external electrode whose principal component is silver was prepared in the both ends of a sintered compact, and the laminating ceramic inductor of the shape of a chip used as a sample was completed.

[0165] (Assessment of a property) About the ceramic paste and laminating ceramic inductor concerning the sample 8 mentioned above thru/or 13, the result of having evaluated various properties is shown in a table 2.

[0166]

[A table 2]

試料番号	実施例					比較例
	8	9	10	11	12	
固形分(重量%)	70	71	70	71	70	71
粘度(Pa·s)	20	22	20	22	21	21
分散度	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	1.0
印刷厚み(μm)	10	12	13	11	12	18
R _a (μm)	0.5	0.5	0.8	0.4	0.5	1.7
構造欠陥不良率(%)	2.0	0.5	1.0	0.5	0.5	70

[0167] The characterization approach in a table 2 is the same as that of the case of a table 1.

[0168] According to the samples 8-12 concerning the example of this invention which adopted primary distribution processes and secondary distribution processes, and added the organic binder in secondary distribution processes like [if a table 2 is referred to] the case of the example 1 of an experiment shown in a table 1 It turns out that the result of could acquire the outstanding dispersibility compared with the sample 13 as an example of a comparison which did not perform such a thing, and having excelled also in each item of printing thickness, surface roughness, and a structure defective percent defective is shown.

[0169] As mentioned above, by this invention, although the case where dielectric ceramic powder or magnetic substance ceramic powder was used was explained as ceramic powder contained in the ceramic paste concerning this invention, even if it is not influenced by the electrical characteristics of the ceramic powder used and uses [therefore] for example, insulator ceramic powder or piezo electric crystal ceramic powder, the ceramic paste which can expect the same effectiveness can be obtained.

[0170]

[Effect of the Invention] As mentioned above, primary distribution processes which carry out distributed processing of the primary mixture which contains ceramic powder and the 1st organic solvent at least in manufacturing a ceramic paste according to this invention, The clearance process which removes the 1st organic solvent from primary mixture selectively with heating after primary distribution processes, Secondary distribution processes which carry out distributed processing of the secondary mixture which added the organic binder to the primary mixture from which the 1st organic solvent was removed after the clearance process, Since the process which includes the 2nd organic solvent of a high-boiling point in primary mixture and/or said secondary mixture from the 1st organic solvent was carried out, the dispersibility of the ceramic powder contained in a ceramic paste should be excelled. Therefore, when it must have a high pattern precision and a very thin ceramic Green layer must be formed, such a ceramic paste can be used advantageously.

[0171] Therefore, according to this invention, it sets to laminating mold ceramic electronic parts. In order to form the ceramic Green layer for level difference absorption in the field in which it is on the principal plane of a ceramic green sheet, and the internal-circuitry element film is not formed so that the level difference by the thickness of the internal-circuitry element film may be lost substantially By using the above ceramic pastes, laminating mold ceramic electronic parts with high dependability without structure defects, such as a crack and delamination, are realizable.

[0172] Moreover, when a miniaturization and large-capacity-izing of a stacked type ceramic condenser can be advantageously attained when according to this invention it becomes possible to fully correspond to the demand of the miniaturization of laminating mold ceramic electronic parts, and lightweight-izing and this invention is applied to a stacked type ceramic condenser, and this invention is applied to a laminating ceramic inductor, miniaturization of a laminating ceramic inductor and high inductance-ization can be attained advantageously.

[0173] When the 2nd organic solvent of a high-boiling point is added in secondary distribution processes, since it can avoid making the 2nd organic solvent exist in primary mixture, in a clearance process, the 1st organic solvent can be removed more easily.

[0174] If in an above-mentioned case it is added after the organic binder has dissolved in the 2nd organic solvent beforehand, or it is added after the organic binder which dissolved in the 2nd organic solvent beforehand in this way more preferably is filtered, the non-melt of the organic binder which can be mixed during a ceramic paste can be lessened.

[0175] On the other hand, when the primary mixture by which distributed processing is carried out in primary distribution processes contains the 2nd organic solvent further and primary distribution processes are carried out since lowering of the viscosity of the primary mixture by the 2nd organic solvent is expectable, improvement in the dispersibility of the ceramic powder by lowering of this viscosity can be expected.

[0176] In an above-mentioned case, in a clearance process, alternative clearance of only the 1st organic solvent by heat-treatment can be made easier by making the difference of the boiling point of the 1st organic solvent, and the boiling point of the 2nd organic solvent into 50 degrees C or more.

[0177] Moreover, in this invention, it is after primary distribution processes, and if the process which prepares a ceramic paste is further equipped with the process which filters primary mixture before a clearance process, it can remove the foreign matter which may be mixed during a ceramic paste, the aggregate of ceramic powder, etc., and can obtain a ceramic paste with more high dispersibility certainly. Moreover, the effectiveness of decreasing a pinhole in the ceramic layer after baking is also expectable.

[0178] Moreover, it sets to the manufacture approach of the laminating mold ceramic electronic parts concerning this invention. The ceramic slurry used in order to fabricate a ceramic green sheet If it is made for the ceramic powder contained in the ceramic paste for forming the ceramic Green layer for level difference absorption and the ceramic powder which has the same presentation substantially to be included The degree of sintering of a ceramic green sheet and the ceramic Green layer for level difference absorption can be made in agreement, and generating of the crack by the inequality of such a degree of sintering or delamination can be

prevented.

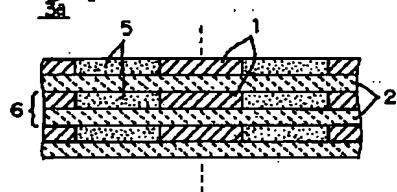
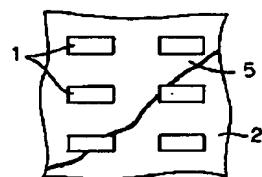
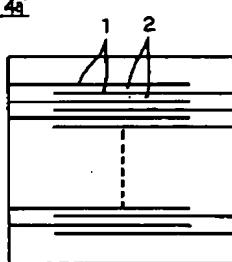
[Translation done.]

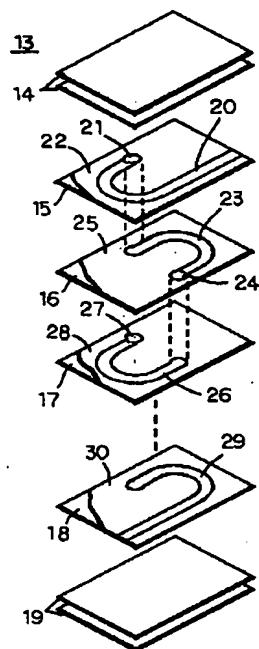
*** NOTICES ***

**JPO and NCIPPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

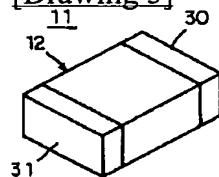
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

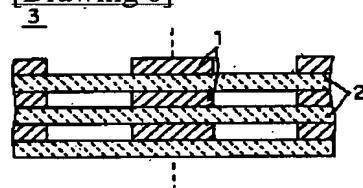
[Drawing 1]**[Drawing 2]****[Drawing 3]****[Drawing 4]**



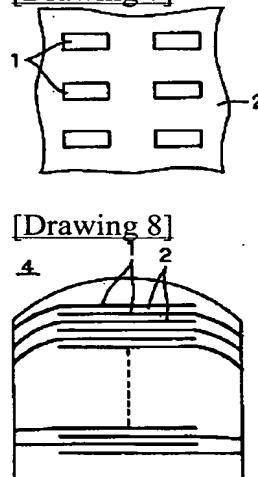
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 8]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043164
 (43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.CI.

H01G 4/12
 B28B 1/30
 B28B 3/02
 B28B 11/00
 C04B 35/00
 H01F 17/00
 H01F 41/04
 H01G 4/30

(21)Application number : 2000-221171

(22)Date of filing : 21.07.2000

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

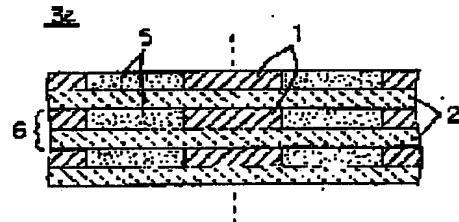
(72)Inventor : MIYAZAKI MAKOTO
 TANAKA SATORU
 KIMURA KOJI
 KATO KOJI
 SUZUKI HIROSHI

(54) LAMINATED CERAMIC ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramic paste, including highly dispersed ceramic powder.

SOLUTION: In order to manufacture the ceramic paste, a first dispersion step of dispersing a first mixture including at least ceramic powder and a first organic solvent, a removing step of selectively removing the first organic solvent, and a second dispersion step of dispersing a second mixture made by adding an organic binder to the first mixture, from which the first organic solvent is removed are performed in sequence. The first mixture and/or the second mixture includes the second organic solvent having a higher boiling point than that of the first organic solvent. This ceramic paste is used with advantage, for example, to form a ceramic green layer 5 for absorbing a step on the main surface of a ceramic green sheet 2, so as to substantially eliminate a step due to by the thickness of an internal electrode 1 in a laminated ceramic capacitor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-43164

(P2002-43164A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 G 4/12
B 28 B 1/30
3/02
11/00
C 04 B 35/00

識別記号

3 6 4

1 0 1

F I
H 01 G 4/12
B 28 B 1/30
3/02
H 01 F 17/00
41/04

テマコト^{*}(参考)
3 6 4 4 G 0 3 0
1 0 1 4 G 0 5 2
P 4 G 0 5 4
D 4 G 0 5 5
C 5 E 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-221171(P2000-221171)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(22)出願日 平成12年7月21日(2000.7.21)

(72)発明者 宮崎 信

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72)発明者 田中 覚

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74)代理人 100085143

弁理士 小柴 雅昭

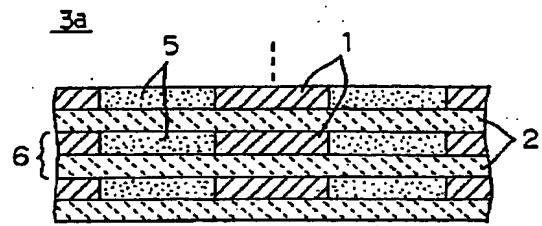
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層型セラミック電子部品およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 そこに含まれるセラミック粉末の分散性が高められたセラミックペーストを提供する。

【解決手段】 セラミックペーストを製造するため、少なくともセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、1次混合物から第1の有機溶剤を選択的に除去する除去工程と、第1の有機溶剤が除去された1次混合物に有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程とを順次実施する。1次混合物および/または2次混合物は、第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤を含んでいる。このセラミックペーストは、たとえば積層セラミックコンデンサにおける内部電極1の厚みによる段差を実質的になくすようにセラミックグリーンシート2の主面上に段差吸収用セラミックグリーン層5を形成するために有利に用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックスラリー、導電性ペーストおよびセラミックペーストをそれぞれ用意し、前記セラミックスラリーを成形することによって得られたセラミックグリーンシートと、前記セラミックグリーンシートの主面上にその厚みによる段差をもたらすように部分的に前記導電性ペーストを付与することによって形成された内部回路要素膜と、前記内部回路要素膜の厚みによる段差を実質的になくすように前記セラミックグリーンシートの前記主面上であって前記内部回路要素膜が形成されない領域に前記セラミックペーストを付与することによって形成された段差吸収用セラミックグリーン層とを備える、複数の複合構造物を作製し、複数の前記複合構造物を積み重ねることによって、生の積層体を作製し、前記生の積層体を焼成する、各工程を備える、積層型セラミック電子部品の製造方法であって、前記セラミックペーストを用意する工程は、少なくともセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、前記1次分散工程の後、前記1次混合物から前記第1の有機溶剤を加熱により選択的に除去する除去工程と、前記除去工程の後、前記第1の有機溶剤が除去された前記1次混合物に有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程と、前記第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤を前記1次混合物および／または前記2次混合物に含ませる工程とを備える、積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項2】 前記2次分散工程において、前記第2の有機溶剤が加えられる、請求項1に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項3】 前記2次分散工程において、前記有機バインダは、前記第2の有機溶剤に予め溶解した状態で加えられる、請求項2に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項4】 前記第2の有機溶剤に予め溶解した前記有機バインダは、濾過された後、加えられる、請求項3に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項5】 前記1次分散工程において分散処理される前記1次混合物は、前記第2の有機溶剤をさらに含み、前記除去工程において、前記第2の有機溶剤を残したまま、前記第1の有機溶剤が前記1次混合物から除去される、請求項1に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項6】 前記第1の有機溶剤の沸点と前記第2の有機溶剤の沸点との差は、50°C以上である、請求項5に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項7】 前記セラミックペーストを用意する工程は、前記1次分散工程の後であって、前記除去工程の前に、前記1次混合物を濾過する工程をさらに備える、請

求項1ないし5のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項8】 前記セラミックスラリーは、前記セラミックペーストに含まれる前記セラミック粉末と実質的に同じ組成を有するセラミック粉末を含む、請求項1ないし7のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項9】 前記セラミックスラリーおよび前記セラミックペーストにそれぞれ含まれるセラミック粉末は、ともに、誘電体セラミック粉末である、請求項1ないし8のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項10】 前記内部回路要素膜は、互いの間に静電容量を形成するように配置される内部電極であり、前記積層型セラミック電子部品は、積層セラミックコンデンサである、請求項9に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項11】 前記セラミックスラリーおよび前記セラミックペーストにそれぞれ含まれるセラミック粉末は、ともに、磁性体セラミック粉末である、請求項1ないし8のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項12】 前記内部回路要素膜は、コイル状に延びるコイル導体膜であり、前記積層型セラミック電子部品は、積層セラミックインダクタである、請求項11に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項13】 請求項1ないし12のいずれかに記載の製造方法によって得られた、積層型セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、積層型セラミック電子部品およびその製造方法に関するもので、特に、セラミック層間に形成される内部回路要素膜の厚みに起因する段差を吸収するために内部回路要素膜パターンのネガティブパターンをもって形成された段差吸収用セラミック層を備える、積層型セラミック電子部品およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 たとえば積層セラミックコンデンサのような積層型セラミック電子部品を製造しようとするとき、複数のセラミックグリーンシートが用意され、これらセラミックグリーンシートが積み重ねられる。特定のセラミックグリーンシート上には、得ようとする積層型セラミック電子部品の機能に応じて、コンデンサ、抵抗、インダクタ、バリスタ、フィルタ等を構成するための導体膜、抵抗体膜のような内部回路要素膜が形成されている。

【0003】 近年、移動体通信機器をはじめとする電子機器は、小型化かつ軽量化が進み、このような電子機器

において、たとえば積層型セラミック電子部品が回路素子として用いられる場合、このような積層型セラミック電子部品に対しても、小型化および軽量化が強く要求されるようになっている。たとえば、積層セラミックコンデンサの場合には、小型化かつ大容量化の要求が高まっている。

【0004】積層セラミックコンデンサを製造しようとする場合、典型的には、誘電体セラミック粉末、有機バインダ、可塑剤および有機溶剤を混合してセラミックスラリーを作製し、このセラミックスラリーを、剥離剤としてのシリコーン樹脂等によってコーティングされた、たとえばポリエステルフィルムのような支持体上で、ドクターブレード法等を適用して、たとえば厚さ数 μm のシート状となるように成形することによって、セラミックグリーンシートが作製され、次いで、このセラミックグリーンシートが乾燥される。

【0005】次に、上述したセラミックグリーンシートの主面上に、互いに間隔を隔てた複数のパターンをもって、導電性ペーストをスクリーン印刷によって付与し、これを乾燥することにより、内部回路要素膜としての内部電極がセラミックグリーンシート上に形成される。図7には、上述のように複数箇所に分布して内部電極1が形成されたセラミックグリーンシート2の一部が平面図で示されている。

【0006】次に、セラミックグリーンシート2が支持体から剥離され、適当な大きさに切断された後、図6に一部を示すように、所定の枚数だけ積み重ねられ、さらに、この積み重ねの上下に内部電極を形成していないセラミックグリーンシートが所定の枚数だけ積み重ねされることによって、生の積層体3が作製される。

【0007】この生の積層体3は、積層方向にプレスされた後、図8に示すように、個々の積層セラミックコンデンサのための積層体チップ4となるべき大きさに切断され、次いで、脱バインダ工程を経た後、焼成工程に付され、最終的に外部電極が形成されることによって、積層セラミックコンデンサが完成される。

【0008】このような積層セラミックコンデンサにおいて、その小型化かつ大容量化に対する要求を満足させるためには、セラミックグリーンシート2および内部電極1の積層数の増大およびセラミックグリーンシート2の薄層化を図ることが必要となってくる。

【0009】しかしながら、上述のような多層化および薄層化が進めば進むほど、内部電極1の各厚みの累積の結果、内部電極1が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは、内部電極1が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差がより顕著になり、たとえば、図8に示すように、得られた積層体チップ4の外観に関しては、その一方正面が凸状となるような変形が生じてしまう。

【0010】積層体チップ4において図8に示すような

変形が生じていると、内部電極1が位置していない部分あるいは比較的少数の内部電極1しか積層方向に配列されていない部分においては、プレス工程の際に比較的大きな歪みがもたらされており、また、セラミックグリーンシート2間の密着性が劣っているため、焼成時に引き起こされる内部ストレスによって、デラミネーションや微小クラック等の構造欠陥が発生しやすい。

【0011】また、図8に示すような積層体チップ4の変形は、内部電極1を不所望に変形させる結果を招き、これによって、ショート不良が生じることがある。

【0012】このような不都合は、積層セラミックコンデンサの信頼性を低下させる原因となっている。

【0013】上述のような問題を解決するため、たとえば、図2に示すように、セラミックグリーンシート2上の内部電極1が形成されていない領域に、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成し、この段差吸収用セラミックグリーン層5によって、セラミックグリーンシート2上の内部電極1の厚みによる段差を実質的になくすことが、たとえば、特開昭56-94719号公報、特開平3-74820号公報、特開平9-106925号公報等に記載されている。

【0014】上述のように、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成することによって、図1に一部を示すように、生の積層体3aを作製したとき、内部電極1が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは内部電極1が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差が実質的に生じなくなり、図3に示すように、得られた積層体チップ4aにおいて、図8に示すような不所望な変形が生じにくくなる。

【0015】その結果、前述したようなデラミネーションや微小クラック等の構造欠陥および内部電極1の変形によるショート不良といった問題を生じにくくすることができ、得られた積層セラミックコンデンサの信頼性を高めることができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上述した段差吸収用セラミックグリーン層5は、セラミックグリーンシート2の場合と同様の組成を有し、誘電体セラミック粉末、有機バインダ、可塑剤および有機溶剤を含むセラミックペーストを付与することによって形成されるが、たとえば厚み2 μm 以下といった内部電極1と同程度の厚みを有するように、段差吸収用セラミックグリーン層5を高精度に印刷等によって形成するためには、セラミックペースト中におけるセラミック粉末の分散性を優れたものとしなければならない。

【0017】これに関連して、たとえば特開平3-74820号公報では、セラミックペーストを得るため、3本ロールによる分散処理が開示されているが、このような単なる3本ロールによる分散処理では、上述したような優れた分散性を得ることが困難である。

【0018】他方、特開平9-106925号公報では、セラミックグリーンシート2のためのセラミックスラリーを、誘電体セラミック粉末と有機バインダと低沸点の第1の有機溶剤とを混合することにより作製し、これをセラミックグリーンシート2の成形のために用いるとともに、このセラミックスラリーに対して、上述の第1の有機溶剤の沸点より高沸点の第2の有機溶剤を加えて混合した後、加熱し、低沸点の第1の有機溶剤を高沸点の第2の有機溶剤に置換することにより、段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストを作製することが記載されている。

【0019】したがって、上述したようにして得られたセラミックペーストにおいては、少なくとも2回の混合工程が実施されるので、セラミック粉末の分散性はある程度改善されるが、これらの混合工程では、いずれも、有機バインダを含んだ状態で実施されるため、混合時のスラリーまたはペーストの粘度は高く、たとえばポールミルのようなメディアを使った分散処理機では、セラミック粉末の分散性を優れたものとすることには限界がある。

【0020】このように、内部電極1の厚みと同等の厚みを有する段差吸収用セラミックグリーン層5といった極めて薄いセラミック層を形成するために用いるセラミックペーストとしては、そこに含まれるセラミック粉末に関して優れた分散性が要求され、このような優れた分散性に対する要求は、内部電極1の厚みが薄くなるほど厳しくなる。

【0021】また、段差吸収用セラミックグリーン層5におけるセラミック粉末の分散性が仮に悪い場合であっても、その上に重ねられるセラミックグリーンシート2によって、分散性の悪さをある程度カバーできることがあるが、セラミックグリーンシート2の厚みが薄くなると、このようなセラミックグリーンシート2によって分散性をカバーする効果をほとんど期待することができない。

【0022】以上のことから、積層セラミックコンデンサの小型化かつ大容量化が進むほど、段差吸収用セラミックグリーン層5におけるセラミック粉末に関してより高い分散性が必要となってくる。

【0023】なお、混合工程におけるセラミック粉末の分散効率を高めるため、セラミックペーストの粘度を低くすることが考えられるが、このように粘度を低くするため、前述した低沸点の有機溶剤の添加量を増すと、分散処理後において、この低沸点の有機溶剤を除去するため、長時間必要とするという別の問題に遭遇する。

【0024】以上、積層セラミックコンデンサに関する説明を行なったが、同様の問題は、積層セラミックコンデンサ以外のたとえば積層セラミックインダクタといった他の積層型セラミック電子部品においても遭遇する。

【0025】そこで、この発明の目的は、上述したような問題を解決し得る、積層型セラミック電子部品の製造方法およびこの製造方法によって得られた積層型セラミック電子部品を提供しようとすることである。

【0026】

【課題を解決するための手段】この発明は、まず、積層型セラミック電子部品の製造方法に向けられる。この製造方法では、基本的に、次のような工程が実施される。

【0027】まず、セラミックスラリー、導電性ペーストおよびセラミックペーストがそれぞれ用意される。

【0028】次に、セラミックスラリーを成形することによって得られたセラミックグリーンシートと、セラミックグリーンシートの主面上にその厚みによる段差をもたらすように部分的に導電性ペーストを付与することによって形成された内部回路要素膜と、内部回路要素膜の厚みによる段差を実質的になくすようにセラミックグリーンシートの主面上であって内部回路要素膜が形成されない領域にセラミックペーストを付与することによって形成された段差吸収用セラミックグリーン層とを備える、複数の複合構造物が作製される。

【0029】次に、これら複数の複合構造物を積み重ねることによって、生の積層体が作製される。

【0030】そして、生の積層体が焼成される。

【0031】このような基本的な工程を備える、積層型セラミック電子部品の製造方法において、この発明では、段差吸収用セラミックグリーン層を形成するためのセラミックペーストを用意する工程、すなわちセラミックペーストを製造する方法に特徴がある。

【0032】この発明において、セラミックペーストを製造するため、少なくともセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、1次分散工程の後、1次混合物から第1の有機溶剤を加熱により選択的に除去する除去工程と、除去工程の後、第1の有機溶剤が除去された1次混合物に有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程と、第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤を1次混合物および／または2次混合物に含ませる工程とが実施される。

【0033】ここで、有機バインダは、2次分散工程の段階において加えられることに注目すべきである。また、この発明では、第1の有機溶剤と、この第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤とが用いられることを特徴としている。この第2の有機溶剤は、1次分散工程の段階で加えられても、2次分散工程の段階で加えられても、あるいは、1次分散工程の段階で加えられながら、さらに2次分散工程の段階で追加されてもよい。

【0034】2次分散工程において、第2の有機溶剤が加えられる場合には、有機バインダは、第2の有機溶剤に予め溶解した状態で加えられることが好ましい。また、より好ましくは、このように第2の有機溶剤に予め

溶解した有機バインダは、濾過された後、加えられる。

【0035】他方、1次分散工程において分散処理される1次混合物が、第2の有機溶剤をさらに含む場合には、除去工程において、第2の有機溶剤を残したまま、第1の有機溶剤が1次混合物から除去される。

【0036】上述の場合、第1の有機溶剤の沸点と第2の有機溶剤の沸点との差は、50°C以上であることが好ましい。

【0037】また、この発明において、セラミックペーストを用意する工程は、1次分散工程の後であって、除去工程の前に、1次混合物を濾過する工程をさらに備えることが好ましい。

【0038】この発明において、セラミックグリーンシートを形成するために用いられるセラミックスラリーは、段差吸収用セラミックグリーン層を形成するためのセラミックペーストに含まれるセラミック粉末と実質的に同じ組成を有するセラミック粉末を含むことが好ましい。

【0039】また、この発明の特定的な実施態様において、セラミックスラリーおよびセラミックペーストにそれぞれ含まれるセラミック粉末は、ともに、誘電体セラミック粉末である。この場合、内部回路要素膜が、互いの間に静電容量を形成するように配置される内部電極であるとき、積層セラミックコンデンサを製造することができる。

【0040】また、この発明の他の特定的な実施態様において、セラミックスラリーおよびセラミックペーストにそれぞれ含まれるセラミック粉末は、ともに、磁性体セラミック粉末である。この場合、内部回路要素膜が、コイル状に延びるコイル導体膜であるとき、積層セラミックインダクタを製造することができる。

【0041】この発明は、また、上述のような製造方法によって得られた、積層型セラミック電子部品にも向けられる。

【0042】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態の説明を、積層セラミックコンデンサの製造方法について行なう。この実施形態による積層セラミックコンデンサの製造方法は、前述した図1ないし図3を参照しながら説明することができる。

【0043】この実施形態を実施するにあたり、セラミックグリーンシート2のためのセラミックスラリー、内部電極1のための導電性ペーストおよび段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストがそれぞれ用意される。

【0044】上述のセラミックスラリーは、誘電体セラミック粉末、有機バインダ、可塑剤および比較的低沸点の有機溶剤を混合することによって作製される。このセラミックスラリーからセラミックグリーンシート2を得るため、剥離剤としてのシリコーン樹脂等によってコ-

ティングされた、たとえばポリエステルフィルムのような支持体(図示せず。)上で、セラミックスラリーがドクターブレード法等によって成形され、次いで乾燥される。セラミックグリーンシート2の各厚みは、乾燥後において、たとえば数μmとされる。

【0045】上述のようなセラミックグリーンシート2の主面上には、複数箇所に分布するように、内部電極1が乾燥後においてたとえば約1μmの厚みをもって形成される。内部電極1は、たとえば、スクリーン印刷等によって導電性ペーストを付与し、これを乾燥することによって形成される。この内部電極1は、それぞれ、所定の厚みを有していて、したがって、セラミックグリーンシート2上には、この厚みによる段差がもたらされる。

【0046】次に、上述した内部電極1の厚みによる段差を実質的になくすように、セラミックグリーンシート2の主面上であって、内部電極1が形成されていない領域に、段差吸収用セラミックグリーン層5が形成される。段差吸収用セラミックグリーン層5は、内部電極1のネガティブパターンをもって、前述したセラミックペーストをスクリーン印刷等によって付与することにより形成され、次いで乾燥される。ここで用いられるセラミックペーストは、この発明において特徴となるもので、その詳細については後述する。

【0047】上述した説明では、内部電極1を形成した後に段差吸収用セラミックグリーン層5を形成したが、逆に、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成した後に内部電極1を形成するようにしてもよい。

【0048】上述のように、セラミックグリーンシート2上に内部電極1および段差吸収用セラミックグリーン層5が形成された、図2に示すような複合構造物6は、複数用意され、これら複合構造物6は、支持体より剥離された後、適当な大きさに切断され、所定の枚数だけ積み重ねられ、さらにその上下に内部電極および段差吸収用セラミックグリーン層が形成されていないセラミックグリーンシートを積み重ねることによって、図1に一部を示すような生の積層体3aが作製される。

【0049】この生の積層体3aは、積層方向にプレスされた後、図3に示すように、個々の積層セラミックコンデンサのための積層体チップ4aとなるべき大きさに切断され、次いで、脱バインダ工程を経た後、焼成工程に付され、最終的に外部電極が形成されることによって、積層コンデンサが完成される。

【0050】上述のように、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成することによって、図1に一部を示すように、生の積層体3aにおいて、内部電極1が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは内部電極1が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差が実質的に生じなくなり、図3に示すように、積層体チップ4aにおいて、不所望な変形が生じにくくなる。その結果、得られた積層セラミック

コンデンサにおいて、デラミネーションや微小クラック等の構造欠陥およびショート不良といった問題を生じにくくすることができる。

【0051】この発明では、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成するためのセラミックペーストを製造する方法に特徴があり、この特徴ある製造方法を採用することにより、セラミックペーストに含まれるセラミック粉末の分散性を高めることができる。

【0052】すなわち、この発明では、セラミックペーストを製造するため、少なくともセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、この1次分散工程の後、1次混合物から第1の有機溶剤を加熱により選択的に除去する除去工程とがまず実施される。

【0053】このように、1次分散工程では、有機バインダを未だ加えていないので、低粘度での分散処理を可能とし、そのため、セラミック粉末の分散性を高めることができて容易である。この1次分散工程では、セラミック粉末の表面に吸着している空気が第1の有機溶剤で置換され、セラミック粉末を第1の有機溶剤で十分に濡らした状態とするとともに、セラミック粉末の凝集状態を十分に解碎することができる。

【0054】次に、上述の除去工程の後、第1の有機溶剤が除去された1次混合物に有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程が実施される。また、セラミックペーストを製造するため、上述の第1の有機溶剤以外に、第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤も用いられる。この第2の有機溶剤は、1次分散工程の段階で加えられても、2次分散工程の段階で加えられても、あるいは、1次分散工程の段階で加えられながら、2次分散工程の段階でも追加投入されてもよい。

【0055】いずれにしても、2次分散工程では、第2の有機溶剤が2次混合物に含まれており、この状態で分散処理することにより、2次分散工程の段階においても、2次混合物の粘度を比較的低くしておくことが可能であり、したがって、分散効率を比較的高く維持しておくことができるとともに、前述したような2次分散工程の段階で加えられる有機バインダの溶解性を高めることができる。したがって、前述のように、1次分散工程で得られたセラミック粉末の高い分散性を維持したまま、有機バインダを十分かつ均一に混合させることができ、また、セラミック粉末のさらなる粉碎効果も期待できる。

【0056】上述のようにして得られたセラミックペーストは、有機溶剤としては、第1の有機溶剤がわずかに残存することがあっても、実質的に第2の有機溶剤のみを含んでいる。第2の有機溶剤は、第1の有機溶剤より高沸点であるため、セラミックペーストの乾燥速度を所定値以下に抑えることができ、たとえばスクリーン印刷を問題なく適用することを可能にする。

【0057】この発明において実施される1次分散工程および2次分散工程では、たとえばポールミルのようなメディアを用いる通常の分散処理機を適用して分散処理することができる。

【0058】この発明において、第1の有機溶剤または第2の有機溶剤として用いられる有機溶剤としては、種々のものがあり、このような有機溶剤の沸点を考慮して、第1の有機溶剤として用いられるものおよび第2の有機溶剤として用いられるものをそれぞれ選択すればよい。

【0059】このような有機溶剤の例としては、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、アセトン等のケトン類、トルエン、ベンゼン、キシレン、ノルマルヘキサン等の炭化水素類、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、アミルアルコール等のアルコール類、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソブチル等のエステル類、ジイソプロピルケトン、エチルセルソルブ、ブチルセルソルブ、セルソルブアセテート、メチルセルソルブアセテート、ブチルカルビトール、シクロヘキサノール、パイン油、ジヒドロテルピネオール、イソホロン、テルピネオール、シプロピレンギリコール、ジメチルフタレート等のケトン類、エステル類、炭化水素類、アルコール類、塩化メチレン等の塩化炭化水素類、およびこれらの混合物が挙げられる。

【0060】上述した有機溶剤の例として挙げたもののいくつかについて、各々の沸点を括弧内に示すと、メチルエチルケトン(79.6°C)、メチルイソブチルケトン(118.0°C)、アセトン(56.1°C)、トルエン(111.0°C)、ベンゼン(79.6°C)、メタノール(64.5°C)、エタノール(78.5°C)、イソプロパノール(82.5°C)、酢酸エチル(77.1°C)、酢酸イソブチル(118.3°C)、ジイソプロピルケトン(143.5°C)、メチルセルソルブアセテート(143°C)、セルソルブアセテート(156.2°C)、ブチルセルソルブ(170.6°C)、シクロヘキサノール(160°C)、パイン油(195~225°C)、ジヒドロテルピネオール(210°C)、イソホロン(215.2°C)、テルピネオール(219.0°C)、シプロピレンギリコール(231.8°C)、ジメチルフタレート(282.4°C)となるが、このような沸点に基づいて、第1および第2の有機溶剤をそれぞれ選択するようにすればよい。

【0061】高沸点の第2の有機溶剤が、第1の有機溶剤とともに、1次分散工程の段階で加えられる場合には、第1の有機溶剤の沸点と第2の有機溶剤の沸点との差は、50°C以上であることが好ましい。除去工程において、加熱処理による第1の有機溶剤のみの選択的な除去をより容易にするためである。

【0062】上述した高沸点の第2の有機溶剤に関して、スクリーン印刷性を考慮したとき、150°C以上の

沸点を有していることが好ましく、200～250°C程度の沸点を有していることがより好ましい。150°C未満では、セラミックペーストが乾燥しやすく、そのため、印刷パターンのメッシュの目詰まりが生じやすく、他方、250°Cを超えると、印刷塗膜が乾燥しにくく、そのため、乾燥に長時間要するためである。

【0063】セラミックペーストにおいて用いられる有機バインダとしては、室温で有機溶剤に溶解するものが良い。このような有機バインダとしては、たとえば、ポリビニルブチラール、ポリブチルブチラール等のポリアセタール類、ポリ(メタ)アクリル酸エステル類、エチルセルロース等の変性セルロース類、アルキッド類、ビニリデン類、ポリエーテル類、エポキシ樹脂類、ウレタン樹脂類、ポリアミド樹脂類、ポリイミド樹脂類、ポリアミドイミド樹脂類、ポリエステル樹脂類、ポリサルファン樹脂類、液晶ポリマー類、ポリイミダゾール樹脂類、ポリオキサゾリン樹脂類等がある。

【0064】有機バインダとして上に例示したポリビニルブチラールは、ポリビニルアルコールとブチルアルデヒドとの縮合によって得られるものであり、アセチル基が6モル%以下で、ブチラール基が62～82モル%の低重合品、中重合品および高重合品がある。この発明に係るセラミックペーストにおいて有機バインダとして用いられるポリビニルブチラールは、有機溶剤に対する溶解粘度および乾燥塗膜の強靭性のバランスから、ブチラール基が65モル%程度の中重合品であることが好ましい。

【0065】有機バインダの添加量は、セラミック粉末に対して、1～20重量%、好ましくは、3～10重量%に選ばれる。

【0066】上述した1次分散工程において、1次混合物は有機分散剤を含むことが好ましい。すなわち、1次混合物において、第1の有機溶剤または第1および第2の有機溶剤によって希釈された状態で、有機分散剤を添加すれば、セラミック粉末の分散性がより向上する。

【0067】上述の有機分散剤としては、特に限定しないが、分散性の点からは、分子量は1万以下であることが好ましい。アニオン系、カチオン系、ノニオン系いずれでもよいが、ポリアクリル酸やそのアンモニウム塩、ポリアクリル酸エステル共重合体、ポリエチレンオキサイド、ポリオキシエチレンアルキルアミルエーテル、脂肪酸ジエタノールアミド、ポリエチレンイミン、ポリオキシプロピレンモノアリルモノブチルエーテルと無水マレイン酸(およびスチレン)の共重合体等が好ましい。

【0068】有機分散剤の添加量は、セラミック粉末に対して、0.1～5重量%、好ましくは、0.5～2.0重量%に選ばれる。

【0069】また、1次分散工程の後であって、除去工程の前に、1次混合物をフィルタにより濾過する工程が

さらに実施されることが好ましい。これによって、セラミックペースト中に混入することがある、異物、セラミック粉末の凝集物等を除去することができ、より分散性の高いセラミックペーストを確実に得ることができる。また、セラミック粉末に付着しているような微小径の空気が濾過によって破泡したり除去されたりすることにより、セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層5の焼成後にもたらされるセラミック層においてピンホールを減少させる効果も期待できる。

【0070】また、有機バインダを第2の有機溶剤に予め溶解することによって、有機ビヒクルを作製し、この有機ビヒクルを加えて、2次混合物を得るようにすることが好ましい。これによって、2次混合物において混入し得る、有機バインダの未溶解物を少なくすることができる。この場合、2次混合物を得るために、有機ビヒクルをフィルタにより濾過した後、これを加えるようにすれば、有機バインダの未溶解物を一層少なくすることができる。

【0071】また、上述のような2つの態様の濾過は、各々、複数回繰り返してもよく、また、2つの態様の濾過を組み合わせてもよい。このように、濾過を複数回繰り返したり、2つの態様の濾過を組み合わせたりすることにより、濾過による効果を一層高めることができる。

【0072】上述した濾過工程においては、ステンレス鋼からなるフィルタ、またはポリプロピレン、フッ素系樹脂等のプラスチックからなるフィルタが用いられ、濾過速度を高めるため、空気や窒素ガス等の圧縮ガスによって強制的に押し出したり、減圧下で吸引したりする方法が採用されてもよい。

【0073】また、セラミックペーストに含まれるセラミック粉末は、セラミックグリーンシート2を成形するために用いられるセラミックスラリーに含まれるセラミック粉末と実質的に同じ組成を有するものであることが好ましい。段差吸収用セラミックグリーン層5とセラミックグリーンシート2との間で焼結性を一致させるためである。

【0074】なお、上述の実質的に同じ組成を有することは、主成分が同じであるということである。たとえば、微量添加金属酸化物やガラス等の副成分が異なっても、実質的に同じ組成を有するということができる。また、セラミックグリーンシート2に含まれるセラミック粉末が、静電容量の温度特性についてJIS規格で規定するB特性およびEIA規格で規定するX7R特性を満足する範囲のものであれば、段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストに含まれるセラミック粉末も、主成分が同じでB特性およびX7R特性を満足するものであれば、副成分が違っていてもよい。

【0075】図4は、この発明の他の実施形態としての積層セラミックインダクタの製造方法を説明するためのものであり、図5に外観を斜視図で示した、この製造方

法によって製造された積層セラミックインダクタ11に備える積層体チップ12を得るために用意される生の積層体13を構成する要素を分解して示す斜視図である。

【0076】生の積層体13は、複数のセラミックグリーンシート14、15、16、17、…、18および19を備え、これらセラミックグリーンシート14～19を積層することによって得られるものである。

【0077】セラミックグリーンシート14～19は、磁性体セラミック粉末を含むセラミックスラリーを、ドクターブレード法等によって成形し、乾燥することによって得られる。セラミックグリーンシート14～19の各厚みは、乾燥後において、たとえば10～30μmとされる。

【0078】セラミックグリーンシート14～19のうち、中間に位置するセラミックグリーンシート15～18には、以下に詳細に説明するように、コイル状に延びるコイル導体膜および段差吸収用セラミックグリーン層が形成される。

【0079】まず、セラミックグリーンシート15上には、コイル導体膜20が形成される。コイル導体膜20は、その第1の端部がセラミックグリーンシート15の端縁にまで届くように形成される。コイル導体膜20の第2の端部には、ピアホール導体21が形成される。

【0080】このようなコイル導体膜20およびピアホール導体21を形成するため、たとえば、セラミックグリーンシート15にピアホール導体21のための貫通孔をレーザまたはパンチングなどの方法により形成した後、コイル導体膜20およびピアホール導体21となる導電性ペーストを、スクリーン印刷等によって付与し、乾燥することが行われる。

【0081】また、上述したコイル導体膜20の厚みによる段差を実質的になくすように、セラミックグリーンシート15の主面上であって、コイル導体膜20が形成されていない領域に、段差吸収用セラミックグリーン層22が形成される。段差吸収用セラミックグリーン層22は、前述した、この発明において特徴となる磁性体セラミック粉末を含むセラミックペーストを、スクリーン印刷等によって付与し、乾燥することによって形成される。

【0082】次に、セラミックグリーンシート16上には、上述した方法と同様の方法によって、コイル導体膜23、ピアホール導体24および段差吸収用セラミックグリーン層25が形成される。コイル導体膜23の第1の端部は、前述したピアホール導体21を介して、コイル導体膜20の第2の端部に接続される。ピアホール導体24は、コイル導体膜23の第2の端部に形成される。

【0083】次に、セラミックグリーンシート17上には、同様に、コイル導体膜26、ピアホール導体27および段差吸収用セラミックグリーン層28が形成され

る。コイル導体膜26の第1の端部は、前述したピアホール導体24を介して、コイル導体膜23の第2の端部に接続される。ピアホール導体27は、コイル導体膜26の第2の端部に形成される。

【0084】上述したセラミックグリーンシート16および17の積層は、必要に応じて、複数回繰り返される。

【0085】次に、セラミックグリーンシート18上には、コイル導体膜29および段差吸収用セラミックグリーン層30が形成される。コイル導体膜29の第1の端部は、前述したピアホール導体27を介して、コイル導体膜26の第2の端部に接続される。コイル導体膜29は、その第2の端部がセラミックグリーンシート18の端縁にまで届くように形成される。

【0086】なお、上述したコイル導体膜20、23、26および29の各厚みは、乾燥後において、たとえば約30μm程度とされる。

【0087】このようなセラミックグリーンシート14～19をそれぞれ含む複数の複合構造物を積層して得られた生の積層体13において、各々コイル状に延びる複数のコイル導体膜20、23、26および29が、ピアホール導体21、24および27を介して順次接続されることによって、全体として複数ターンのコイル導体が形成される。

【0088】生の積層体13が焼成されることによつて、図5に示す積層セラミックインダクタ11のための積層体チップ12が得られる。なお、生の積層体13は、図4では、1個の積層体チップ12を得るためにとして図示されているが、複数の積層体チップを得るためにとして作製され、これを切断することによって、複数の積層体チップを取り出すようにしてもよい。

【0089】次いで、図5に示すように、積層体チップ12の相対向する各端部には、前述したコイル導体膜20の第1の端部およびコイル導体膜29の第2の端部にそれぞれ接続されるように、外部電極30および31が形成され、それによって、積層セラミックインダクタ11が完成される。

【0090】図1ないし図3を参照して説明した積層セラミックコンデンサまたは図4および図5を参照して説明した積層セラミックインダクタ11において、セラミックグリーンシート2または14～19あるいは段差吸収用セラミックグリーン層5または22、25、28および30に含まれるセラミック粉末としては、代表的には、アルミナ、ジルコニア、マグネシア、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、フェライトーマンガン等の酸化物系セラミック粉末、炭化ケイ素、窒化ケイ素、サイアロン等の非酸化物系セラミック粉末が挙げられる。粉末粒径としては、好ましくは、平均5μm以下、より好ましくは、1μmの球形または粉碎状のものが使用される。

【0091】また、不純物として含まれるアルカリ金属酸化物の含有量が0.1重量%以下のチタン酸バリウムをセラミック粉末として用いる場合、このセラミック粉末に対して、微量成分として以下のような金属酸化物やガラス成分を含有させててもよい。

【0092】金属酸化物としては、酸化テルビウム、酸化ジスプロシウム、酸化ホルミウム、酸化エルビウム、酸化イッテルビウム、酸化マンガン、酸化コバルト、酸化ニッケル、または酸化マグネシウム等がある。

【0093】また、ガラス成分としては、 $\text{Li}_2 - (\text{SiTi})\text{O}_2 - \text{MO}$ （ただし、MOは Al_2O_3 または ZrO_2 ）、 $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2 - \text{MO}$ （ただし、MOは BaO 、 CaO 、 SrO 、 MgO 、 ZnO または MnO ）、 $\text{Li}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3 - (\text{SiTi})\text{O}_2 + \text{MO}$ （ただし、MOは Al_2O_3 または ZrO_2 ）、 $\text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MO}$ （ただし、MOは BaO 、 CaO 、 SrO または MgO ）、または SiO_2 等がある。

【0094】また、図1ないし図3を参照して説明した積層セラミックコンデンサまたは図4および図5を参照して説明した積層セラミックインダクタ11において、内部電極1またはコイル導体膜20、23、26および29ならびにピアホール導体21、24および27の形成のための用いられる導電性ペーストとしては、たとえば、次のようなものを用いることができる。

【0095】積層セラミックコンデンサにおいて用いられる導電性ペーストとしては、平均粒径が0.02μm～3μm、好ましくは0.05～0.5μmであって、Ag/Pdが60重量%／40重量%～10重量%／90重量%の合金からなる導電性粉末、ニッケル金属粉末または銅金属粉末等を含み、この粉末を100重量部と、有機バインダを2～20重量部（好ましくは5～10重量部）と、焼結抑制剤としてのAg、Au、Pt、Ti、Si、NiまたはCu等の金属レジネートを金属換算で約0.1～3重量部（好ましくは0.5～1重量部）と、有機溶剤を約35重量部とを、3本ロールで混練した後、同じまたは別の有機溶剤をさらに加えて粘度調整を行なうことによって得られた導電性ペーストを用いることができる。

【0096】積層セラミックインダクタ11において用いられる導電性ペーストとしては、Ag/Pdが80重量%／20重量%～100重量%／0重量%の合金またはAgからなる導電性粉末を含み、この粉末が100重量部に対して、上述した積層セラミックコンデンサのための導電性ペーストの場合と同様の有機バインダと焼結抑制剤と有機溶剤とを同様の比率で3本ロールで混練した後、同じまたは別の有機溶剤をさらに加えて粘度調整を行なうことによって得られた導電性ペーストを用いることができる。

【0097】以下に、この発明を、実験例に基づいて、より具体的に説明する。

【0098】

【実験例1】実験例1は、積層セラミックコンデンサに関するもので、段差吸収用セラミックグリーン層のためのセラミックペーストの製造において、この発明の特徴としての1次分散工程と2次分散工程とを採用したことによる効果を確認するために実施したものである。

【0099】（セラミック粉末の準備）まず、炭酸バリウム（ BaCO_3 ）および酸化チタン（ TiO_2 ）を1：1のモル比となるように秤量し、ボールミルを用いて湿式混合した後、脱水乾燥させた。次いで、温度100℃で2時間仮焼した後、粉碎することによって、誘電体セラミック粉末を得た。

【0100】（セラミックスラリーの準備およびセラミックグリーンシートの作製）先に準備したセラミック粉末100重量部と、中重合度かつ高ブチラール化度のポリビニルブチラール7重量部と、可塑剤としてDOP（フタル酸ジオクチル）3重量部と、メチルエチルケトン30重量部と、エタノール20重量部と、トルエン20重量部とを、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とともに、ボールミルに投入し、20時間湿式混合を行なって、誘電体セラミックスラリーを得た。

【0101】そして、この誘電体セラミックスラリーに対して、ドクターブレード法を適用して、厚さ3μm（焼成後の厚みは2μm）の誘電体セラミックグリーンシートを成形した。乾燥は、80℃で、5分間行なった。

【0102】（導電性ペーストの準備）Ag/Pd=30/70の金属粉末100重量部と、エチルセルロース4重量部と、アルキッド樹脂2重量部と、Ag金属レジネート3重量部（Agとして17.5重量部）と、ブチルカルビトールアセテート35重量部とを、3本ロールで混練した後、テルピネオール35重量部を加えて粘度調整を行なった。

【0103】（段差吸収用セラミックグリーン層のためのセラミックペーストの準備）

一試料1（実施例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン（沸点79.6℃）70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0104】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オープンに入れて乾燥させ、溶剤としてのメチルエチルケトンを除去した。

【0105】完全にメチルエチルケトンを除去した後、テルピネオール（沸点219.0℃）40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のため、テルピネオール10～20重量部添加して、自動乳

鉢により分散・調整した。

【0106】一試料2（実施例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、有機分散剤としてのポリアクリル酸4級アンモニウム塩分散剤（重量平均分子量1000）0.5重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0107】以後、試料1と同様の操作を経て、誘電体セラミックペーストを得た。

【0108】一試料3（実施例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0109】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去した。

【0110】完全にメチルエチルケトンを除去した後、プラネタリーミキサーによってエチルセルロース樹脂5重量部をテルピネオール40重量部に予め溶解させた樹脂溶液すなわち有機ビヒクルを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0111】一試料4（実施例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0112】次に、この混合物を、絶対濾過20μm（99.7%の確率で10μm以上の固形成分を除去できる。）のフィルタにより、加圧下で濾過した。

【0113】次に、この濾過後の混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去した。

【0114】完全にメチルエチルケトンを除去した後、テルピネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0115】一試料5（実施例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16

時間湿式混合を行なった。

【0116】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去して、乾燥させた粉体を得た。

【0117】他方、プラネタリーミキサーによってエチルセルロース樹脂5重量部をテルピネオール40重量部に予め溶解させた樹脂溶液を、絶対濾過20μmのフィルタにより濾過し、有機ビヒクルを得た。

【0118】次に、前の乾燥粉体とこの有機ビヒクルとを混合し、この混合物を、3本ロールにて混練することによって、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0119】一試料6（実施例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、テルピネオール10重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0120】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去した。

【0121】完全にメチルエチルケトンを除去した後、テルピネオール30重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール約10重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0122】一試料7（比較例）一

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、テルピネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを、自動乳鉢で混合した後、3本ロールで良く混練して、誘電体セラミックペーストを得た。

【0123】（積層セラミックコンデンサの作製）先に用意した誘電体セラミックグリーンシートの主面上に内部電極を形成するため、導電性ペーストをスクリーン印刷し、80℃で10分間乾燥した。なお、内部電極の寸法、形状および位置は、後の工程で得られる積層体チップに適合するように設定した。次に、誘電体セラミックグリーンシートの主面上に段差吸収用誘電体セラミックグリーン層を形成するため、試料1ないし7に係る各誘電体セラミックペーストをスクリーン印刷し、80℃で10分間乾燥した。内部電極および段差吸収用誘電体セラミックグリーン層の各厚みは、乾燥後において、1μm（焼成後の厚みは0.5μm）になるようにした。

【0124】次に、上述のように内部電極および段差吸収用誘電体セラミックグリーン層を形成している200

枚の誘電体セラミックグリーンシートを、内部電極等が付与されていない数10枚の誘電体セラミックグリーンシートで挟み込むように積み重ねて、生の積層体を作製し、この積層体を、80°Cで1000Kg/cm²の加圧条件で熱プレスした。

【0125】次に、焼成後において長さ3.2mm×幅1.6mm×厚み1.6mmの寸法となるように、上述の生の積層体を切断刃にて切断することによって、複数の積層体チップを得た。

【0126】次に、ジルコニア粉末が少量散布された焼成用セッター上に、上述の複数の積層体チップを整列させ、室温から250°Cまで24時間かけて昇温させ、有機バインダーを除去した。次に、積層体チップを、焼成

炉に投入し、最高1300°Cで約20時間のプロファイルにて焼成を行なった。

【0127】次に、得られた焼結体チップをバレルに投入し、端面研磨を施した後、焼結体の両端部に外部電極を設けて、試料となる積層セラミックコンデンサを完成させた。

【0128】(特性の評価) 上述した試料1ないし7に係る誘電体セラミックペーストおよび積層セラミックコンデンサについて、各種特性を評価した。その結果が表1に示されている。

【0129】

【表1】

試料番号	実施例						比較例
	1	2	3	4	5	6	
固形分(重量%)	66	67	66	67	66	66	67
粘度(Pa·s)	10	12	10	14	10	9	12
分散度	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	0.3
印刷厚み(μm)	3	2	3	2	3	3	5
R _a (μm)	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	1.5
構造欠陥不良率(%)	1.5	1	1.3	1	1	1.0	80

【0130】表1における特性評価は、次のように行なった。

【0131】「固形分」：セラミックペースト約1gを精秤し、熱対流式オーブンにおいて、150°Cで3時間放置した後の重量から算出した。

【0132】「粘度」：セラミックペーストの粘度を、東京計器製E型粘度計を用いて、20°Cにおいて、2.5rpmの回転を付与して測定した。

【0133】「分散度」：セラミック粉末の粒度分布を光回折式粒度分布測定装置を用いて測定し、得られた粒度分布から算出した。すなわち、先に準備したセラミック粉末を、超音波モジナイザーを用いて水中で分散させ、粒径がこれ以上小さくならないところまで超音波を印加し、そのときのD90の粒径を記録して、これを限界粒径とした。他方、セラミックペーストをエタノール中で希釈し、粒度分布のD90の粒径を記録して、これをペーストの粒径とした。そして、分散度 = (ペーストの粒径 / 限界粒径) - 1 の式に基づき、分散度を算出した。この分散度は、数値が+であれば、値が0に近いほど、分散性が良いことを示し、数値が-であれば、絶対値が大きいほど、分散性が良いことを示している。

【0134】「印刷厚み」：96%アルミナ基板上に、400メッシュで厚み50μmのステンレス鋼製スクリーンを用いて、乳剤厚み20μmで印刷し、80°Cで10分間乾燥することにより、評価用印刷塗膜を形成し、その厚みを、比接触式のレーザ表面粗さ計による測定結果から求めた。

【0135】「R_a (表面粗さ)」：上記「印刷厚み」の場合と同様の評価用印刷塗膜を形成し、その表面粗さ

R_a、すなわち、うねりを平均化した中心線と粗さ曲線との偏差の絶対値を平均化した値を、比接触式のレーザ表面粗さ計による測定結果から求めた。

【0136】「構造欠陥不良率」：得られた積層セラミックコンデンサのための焼結体チップの外観検査、超音波顕微鏡による検査で異常が見られた場合、研磨により内部の構造欠陥を確認し、(構造欠陥のある焼結体チップ数) / (焼結体チップの総数) を構造欠陥不良率とした。

【0137】表1を参照すれば、1次分散工程と2次分散工程とを採用し、2次分散工程において有機バインダを添加した、この発明の実施例に係る試料1～6によれば、このようなことを行なわなかった比較例としての試料7に比べて、優れた分散性を得ることができ、また、印刷厚み、表面粗さおよび構造欠陥不良率の各項目においても優れた結果を示していることがわかる。

【0138】

【実験例2】実験例2は、積層セラミックインダクタに関するもので、段差吸収用セラミックグリーン層のためのセラミックペーストの製造において、この発明の特徴としての1次分散工程と2次分散工程とを採用したことによる効果を確認するために実施したものである。

【0139】(セラミック粉末の準備) 酸化第二鉄が49.0モル%、酸化亜鉛が29.0モル%、酸化ニッケルが14.0モル%、および酸化銅が8.0モル%となるように秤量し、ポールミルを用いて湿式混合した後、脱水乾燥させた。次いで、750°Cで1時間仮焼した後、粉碎することによって、磁性体セラミック粉末を得た。

【0140】(セラミックスラリーの準備およびセラミックグリーンシートの作製)先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、マレイン酸共重合体からなる分散剤0.5重量部と、メチルエチルケトン30重量部およびトルエン20重量部からなる溶剤とを、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とともに、ボールミルに投入し、4時間攪拌した後、有機バインダとしての中重合度かつ高ブチラール化度のポリビニルブチラール7重量部と、可塑剤としてDOP3重量部と、エタノール20重量部とを添加し、20時間湿式混合を行なって、磁性体セラミックスラリーを得た。

【0141】そして、この磁性体セラミックスラリーに対して、ドクターブレード法を適用して、厚さ20μm(焼成後の厚みは15μm)の磁性体セラミックグリーンシートを成形した。乾燥は、80°Cで、5分間行なった。

【0142】(導電性ペーストの準備)Ag/Pd=80/20の金属粉末100重量部と、エチルセルロース4重量部と、アルキッド樹脂2重量部と、ブチルカルボン酸セテート35重量部とを、3本ロールで混練した後、テルピネオール35重量部を加えて粘度調整を行なった。

【0143】(段差吸収用セラミックグリーン層のためのセラミックペーストの準備)

—試料8(実施例)—

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0144】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、溶剤としてのメチルエチルケトンを除去した。

【0145】完全にメチルエチルケトンを除去した後、テルピネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、磁性体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10~20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0146】—試料9(実施例)—

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、有機分散剤としてのポリアクリル酸4級アンモニウム塩分散剤(重量平均分子量1000)0.5重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0147】以後、試料1と同様の操作を経て、磁性体セラミックペーストを得た。

【0148】—試料10(実施例)—

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0149】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去した。

【0150】完全にメチルエチルケトンを除去した後、プラネタリーミキサーによってエチルセルロース樹脂5重量部をテルピネオール40重量部に予め溶解させた樹脂溶液すなわち有機ビヒクルを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、磁性体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10~20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0151】—試料11(実施例)—

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0152】次に、この混合物を、絶対濾過20μmのフィルタにより、加圧下で濾過した。

【0153】次に、この濾過後の混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去した。

【0154】完全にメチルエチルケトンを除去した後、テルピネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを添加して得られた混合物を、3本ロールにて混練することによって、磁性体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10~20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0155】—試料12(実施例)—

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、メチルエチルケトン70重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、16時間湿式混合を行なった。

【0156】次に、この混合物をステンレス鋼製容器に移し、1昼夜放置して、沈降させた。そして、上澄み液を除去した後、沈降物を対流式オーブンに入れて乾燥させ、メチルエチルケトンを除去して、乾燥させた粉体を得た。

【0157】他方、プラネタリーミキサーによってエチルセルロース樹脂5重量部をテルピネオール40重量部に予め溶解させた樹脂溶液を、絶対濾過20μmのフィルタにより濾過し、有機ビヒクルを得た。

【0158】次に、前の乾燥粉体とこの有機ビヒクルとを混合し、この混合物を、3本ロールにて混練すること

によって、磁性体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルピネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0159】一試料13（比較例）一

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、テルピネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とを、自動乳鉢で混合した後、3本ロールで良く混練して、磁性体セラミックペーストを得た。

【0160】（積層セラミックインダクタの作製）複数の磁性体セラミックグリーンシートの積層後にコイル状に延びるコイル導体が形成できるように、先に用意した磁性体セラミックグリーンシートの所定の位置に、ビアホール導体のための貫通孔を形成するとともに、磁性体セラミックグリーンシートの主面上にコイル導体膜および貫通孔内にビアホール導体を形成するため、導電性ペーストをスクリーン印刷し、80°Cで10分間乾燥した。次に、磁性体セラミックグリーンシート上に、段差吸収用磁性体セラミックグリーン層を形成するため、試料8ないし13に係る各磁性体セラミックペーストをスクリーン印刷し、80°Cで10分間乾燥した。コイル導体膜および段差吸収用磁性体セラミックグリーン層の各厚みは、乾燥後において、30μm（焼成後の厚みは20μm）になるようにした。

【0161】次に、上述のようにコイル導体膜およびビ

アホール導体ならびに段差吸収用セラミックグリーン層を形成している11枚の磁性体セラミックグリーンシートを、コイル導体が形成されるように重ねるとともに、その上下にコイル導体膜等を形成していない磁性体セラミックグリーンシートを重ねて、生の積層体を作製し、この積層体を、80°Cで1000Kg/cm²の加圧下で熱プレスした。

【0162】次に、焼成後において長さ3.2mm×幅1.6mm×厚み1.6mmの寸法となるように、上述の生の積層体を切断刃にて切断することによって、複数の積層体チップを得た。

【0163】次に、上述の積層体チップを400°Cで2時間加熱することによって、有機バインダを除去した後、920°Cで90分間の焼成を行なった。

【0164】次に、得られた焼結体チップをバレルに入りし、端面研磨を施した後、焼結体の両端部に主成分が銀である外部電極を設けて、試料となるチップ状の積層セラミックインダクタを完成させた。

【0165】（特性の評価）上述した試料8ないし13に係るセラミックペーストおよび積層セラミックインダクタについて、各種特性を評価した結果が表2に示されている。

【0166】

【表2】

試料番号	実施例					比較例
	8	9	10	11	12	
固形分(重量%)	70	71	70	71	70	71
粘度(Pa·s)	20	22	20	22	21	21
分散度	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	1.0
印刷厚み(μm)	10	12	13	11	12	16
Ra(μm)	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	1.7
構造欠陥不良率(%)	2.0	0.5	1.0	0.5	0.5	70

【0167】表2における特性評価方法は、表1の場合と同様である。

【0168】表2を参照すれば、表1に示した実験例1の場合と同様、1次分散工程と2次分散工程とを採用し、2次分散工程において有機バインダを添加した、この発明の実施例に係る試料8～12によれば、このようなことを行なわなかった比較例としての試料13に比べて、優れた分散性を得ることができ、また、印刷厚み、表面粗さおよび構造欠陥不良率の各項目においても優れた結果を示していることがわかる。

【0169】以上、この発明に係るセラミックペーストに含まれるセラミック粉末として、誘電体セラミック粉末または磁性体セラミック粉末が用いられる場合について説明したが、この発明では、用いられるセラミック粉末の電気的特性に左右されるものではなく、したがって、たとえば、絶縁体セラミック粉末あるいは圧電体セラミック粉末等を用いても、同様の効果を期待できるセラミックペーストを得ることができる。

【0170】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、セラミックペーストを製造するにあたって、少なくともセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、1次分散工程の後、1次混合物から第1の有機溶剤を加熱により選択的に除去する除去工程と、除去工程の後、第1の有機溶剤が除去された1次混合物に有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程と、第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤を1次混合物および／または前記2次混合物に含ませる工程とが実施されるので、セラミックペーストに含まれるセラミック粉末の分散性を優れたものとすることができます。そのため、極めて薄いセラミックグリーン層を、高いパターン精度をもって形成しなければならない場合において、このようなセラミックペーストを有利に用いることができる。

【0171】したがって、この発明によれば、積層型セラミック電子部品において、内部回路要素膜の厚みによ

る段差を実質的になくすようにセラミックグリーンシートの主面上であって内部回路要素膜が形成されない領域に段差吸収用セラミックグリーン層を形成するために、上述のようなセラミックペーストが用いられることによって、クラックやデラミネーション等の構造欠陥のない信頼性の高い積層型セラミック電子部品を実現することができる。

【0172】また、この発明によれば、積層型セラミック電子部品の小型化かつ軽量化の要求に十分に対応することが可能となり、この発明が積層セラミックコンデンサに適用された場合、積層セラミックコンデンサの小型化かつ大容量化を有利に図ることができ、また、この発明が積層セラミックインダクタに適用された場合、積層セラミックインダクタの小型化かつ高インダクタンス化を有利に図ることができる。

【0173】高沸点の第2の有機溶剤が、2次分散工程において加えられる場合には、除去工程において、1次混合物に第2の有機溶剤を存在させないようにすることができるので、第1の有機溶剤をより容易に除去することができる。

【0174】上述の場合、有機バインダが第2の有機溶剤に予め溶解した状態で加えられたり、より好ましくは、このように第2の有機溶剤に予め溶解した有機バインダが濾過された後に加えられたりすると、セラミックペースト中に混入し得る有機バインダの未溶解物を少なくすることができる。

【0175】他方、1次分散工程において分散処理される1次混合物が、第2の有機溶剤をさらに含む場合には、第2の有機溶剤による1次混合物の粘度の低下を期待できるので、1次分散工程を実施したとき、この粘度の低下によるセラミック粉末の分散性の向上を期待することができる。

【0176】上述の場合、第1の有機溶剤の沸点と第2の有機溶剤の沸点との差を50°C以上とすることにより、除去工程において、加熱処理による第1の有機溶剤のみの選択的な除去をより容易にすることができる。

【0177】また、この発明において、セラミックペーストを用意する工程が、1次分散工程の後であって、除去工程の前に、1次混合物を濾過する工程をさらに備えていると、セラミックペースト中に混入することができる、異物、セラミック粉末の凝集物等を除去することができ、より分散性の高いセラミックペーストを確実に得ることができる。また、焼成後のセラミック層においてピンホールを減少させる効果も期待できる。

【0178】また、この発明に係る積層型セラミック電子部品の製造方法において、セラミックグリーンシート

を成形するために用いられるセラミックスラリーが、段差吸収用セラミックグリーン層を形成するためのセラミックペーストに含まれるセラミック粉末と実質的に同じ組成を有するセラミック粉末を含むようにすると、セラミックグリーンシートと段差吸収用セラミックグリーン層との焼結性を一致させることができ、このような焼結性の不一致によるクラックやデラミネーションの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にとって興味ある、かつこの発明の一実施形態による、積層セラミックコンデンサの製造方法を説明するためのもので、生の積層体3aの一部を図解的に示す断面図である。

【図2】図1に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される複合構造物6の一部を破断して示す平面図である。

【図3】図1に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される積層体チップ4aを図解的に示す断面図である。

【図4】この発明の他の実施形態による積層セラミックインダクタを製造するために用意される生の積層体13を構成する要素を分解して示す斜視図である。

【図5】図4に示した生の積層体13を焼成して得られた積層体チップ12を備える積層セラミックインダクタ11の外観を示す斜視図である。

【図6】この発明にとって興味ある従来の積層セラミックコンデンサの製造方法を説明するためのもので、生の積層体3の一部を図解的に示す断面図である。

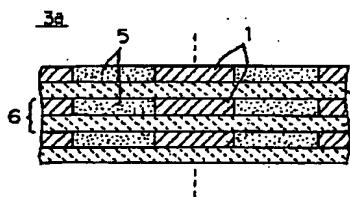
【図7】図6に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される内部電極1が形成されたセラミックグリーンシート2の一部を示す平面図である。

【図8】図6に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される積層体チップ4を図解的に示す断面図である。

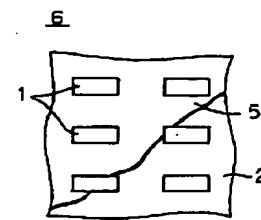
【符号の説明】

- 1 内部電極（内部回路要素膜）
- 2, 14~19 セラミックグリーンシート
- 3a, 13 生の積層体
- 4a, 12 積層体チップ
- 5, 22, 25, 28, 30 段差吸収用セラミックグリーン層
- 6 複合構造物
- 11 積層セラミックインダクタ（積層型セラミック電子部品）
- 20, 23, 26, 29 コイル導体膜（内部回路要素膜）

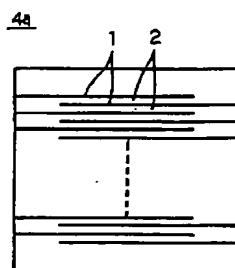
【図1】



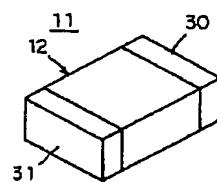
【図2】



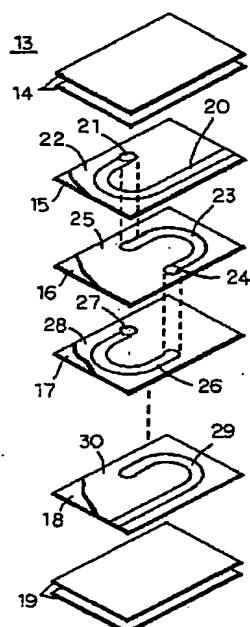
【図3】



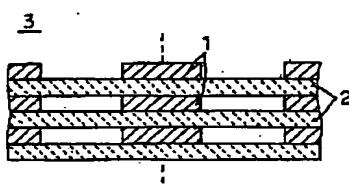
【図5】



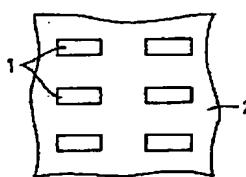
【図4】



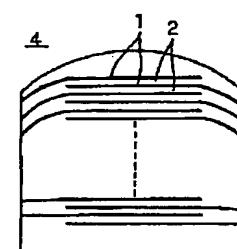
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

H 01 F 17/00

41/04

H 01 G 4/30

3 1 1

F I

H 01 G 4/30

テ-マコト' (参考)

B 28 B 11/00

3 1 1 F 5 E 0 6 2

C 04 B 35/00

Z 5 E 0 7 0

Y 5 E 0 8 2

(72) 発明者 木村 幸司

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 加藤 浩二

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 鈴木 宏始

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

F ターム(参考) 4G030 AA10 AA16 AA27 AA29 AA31
AA32 BA09 CA03 CA07 CA08
GA01 GA14 GA15 GA16 GA17
GA18
4G052 DA05 DA08 DB02 DC04 DC05
DC06
4G054 AA06 AB01 BA02 BA32
4G055 AA08 AB01 AC09 BA22 BA87
BB12
5E001 AB03 AH05 AJ01 AJ02
5E062 DD04
5E070 AA01 AB02 BA12 BB03 CB03
CB13 CB17
5E082 AB03 BC39 EE04 EE11 EE23
EE35 FF05 FG06 FG26 FG54
KK01 LL02 MM21 MM22 MM24